LA NATURE

REVUE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS



PEINTURES RUPESTRES PRÉHISTORIQUES

Trois cervidés d'une grande frise de la grotte de Lascaux.

(*Photo* G. RICHARD, *collection Musée de l'Homme*).

N° 3209 — Septembre 1952 Revue mensuelle Le Numéro : 200 francs

Actualités et informations

Un nouveau support synthétique pour film photographique, à base de polyesters, vient d'être mis au point par Du Pont de Nemours. Les essais préliminaires de ce support ont montré sa supériorité sur les supports actuels : plus grande ténacité, meilleure stabilité dimensionnelle (principalement aux températures basses et à l'humidité), inflammabilité moindre. Sa résistance à l'usure, double de celle des supports à base de nitrate ou d'acétate, permet un usage plus prolongé dans les appareils de projection ; il semble qu'il sera également possible de diminuer de 20 pour 100 l'épaisseur du film, permettant ainsi d'augmenter le métrage par bobine et de réduire les manipulations et traitements.

* * *

Une société américaine fournit des liquides, désignés sous le nom de « Cargille », de différentes densités s'échelonnant de 3,5 à 7,5, par fraction de 0,5. Ces liquides, de densité plus élevée que celle (4) de la solution de Clerici qui contient des sels de thallium toxiques, peuvent être utilisés pour l'identification des pierres précieuses ou des minéraux, les essais d'homogénéité et de détection des poches d'air des alliages, le criblage des spécimens de substances de densité élevée, etc.

* * *

Un nouveau moyen de préparer des dérivés organiques du fluor, notamment ceux utilisés dans les appareils frigorifiques (fréon), permet de les obtenir sans passer par le fluor : on électrolyse un mélange d'acide fluorhydrique anhydre et du corps organique à fluorer. La méthode est très générale ; elle évite les appareillages coûteux et les manipulations dangereuses dues à l'action très corrosive du fluor.

* * *

Une peinture résistant à des températures de 1 375° C est fabriquée aux États-Unis d'Amérique sous le nom de « Pyromark » ; applicable au pinceau ou au pistolet sur des surfaces métalliques, elle leur procure un revêtement qui ne s'écaille pas. Pour obtenir un résultat satisfaisant il est recommandé de sabler les surfaces avant le traitement et de faciliter, par une élévation de température appropriée, la vitrification graduelle de la couche de peinture. Cette peinture retarde mais n'empêche pas complètement l'écaillage des métaux qui présentent ce défaut à des températures élevées.

SOMMAIRE

*L'International Whaling Commission (Commission internationale de la pêche baleinière) a publié les meilleures prises de la dernière campagne. Le baleinier qui se classe le premier est l'*Abraham Larsen*, sud-africain, avec 184 000 barils d'huile de baleine ; viennent ensuite : le* Balena*, anglais, avec 160 000 barils ; le* Kosmos 14*, norvégien, avec 159 000 barils ; le* Slava*, russe, avec 147 000 barils. La campagne de pêche à la baleine avait été menée par 19 navires, battant pavillons de sept nations différentes.*

* * *

Une nouvelle méthode de préparation de l'acide citrique par fermentation submergée de jus à base de mélasses de sucreries va permettre de développer largement et dans des conditions plus économiques la production industrielle de ce produit.

* * *

Les relais hydroélectriques connaissent un développement de plus en plus large pour le contrôle des débits liquides et surtout pour les commandes automatiques à distance. Leur intérêt réside en particulier dans la sécurité de leur fonctionnement.

Une méthode aurait été mise au point pour la récupération du manganèse accumulé dans les scories des usines sidérurgiques traitant des minerais de fer contenant ce métal. On estime que 700 000 t de manganèse sont perdues chaque année dans les laitiers ; le traitement de ceux-ci pourrait fournir un ferromanganèse brut à environ 25 pour 100, facile à débarrasser de ses impuretés : soufre, phosphore, silicium. Le traitement de récupération ne serait pas plus économique que l'achat du minerai de manganèse sur le marché international, mais assurerait, sans recours à celui-ci, l'approvisionnement en un élément essentiel pour la préparation des aciers spéciaux.

* * *

Une société britannique va construire dans l'Union sud-africaine une usine qui sera l'une des plus importantes fabriques d'automobiles de l'hémisphère sud. On y construira de nombreux types de voitures de luxe et de véhicules utilitaires.

* * *

Le Department of Agriculture des États-Unis poursuit l'étude de la culture industrielle de la Guayule. Cette plante vit à l'état sauvage au Nord du Mexique et dans le Texas. Elle fournit un caoutchouc d'excellente qualité.

* * *

Le Journal of the American Chemical Society *a décrit sous la signature de D. H. Petersen et H. C. Murray une méthode nouvelle permettant de préparer par fermentation les produits de base conduisant à la fabrication industrielle de la cortisone, dans des conditions économiques beaucoup plus favorables que celles actuellement en usage. Une usine exploitant ce procédé va être construite à Kalamazoo, dans l'État de Michigan.*

* * *

En Afrique du Sud, une faïencerie industrielle commencera à produire, en décembre prochain, environ 200 t de produits de faïence de haute qualité par mois. La main-d'œuvre et 95 pour 100 des matières premières seront sud-africaines ; l'usine sera gérée par une compagnie sud-africaine, mais le contrôle technique sera assuré par une société française associée qui fournit déjà 30 pour 100 de la faïence du marché français.

LA NATURE

Revue mensuelle

DUNOD, Éditeur

Rédaction et Administration

92, rue Bonaparte, PARIS-6e

C. C. P. Paris 75-45 — Tél. DAN. 99-15

Publicité

S. P. I. C., 2, rue Biot, PARIS-17e

C. C. P. Paris 5484-58 — Tél. MAR. 83-97

ABONNEMENTS 1952

France et Union fse : un an : 2 000 francs six mois : 1 000 francs

Etranger (sauf Belgique et Luxembourg) :
un an : 2 500 francs six mois : 1 250 francs

Belgique et Luxembourg :
un an : 325 f belges six mois : 163 f belges

Changement d'adresse : 30 F en timbres-poste français ou l'équivalent en monnaie étrangère

N° 3209 Septembre 1952

LA NATURE

ASPECTS MODERNES DES MÉTHODES PRÉHISTORIQUES

Les bases de la science préhistorique furent jetées en France, entre 1835 et 1846, malgré les oppositions véhémentes de la science la plus officielle du temps, par Boucher de Perthes, homme distingué, directeur des douanes à Abbeville, lettré, poète, philosophe, dramaturge, et au surplus éminent naturaliste, qui réussit à faire admettre qu'un homme antédiluvien avait vécu dans la vallée de la Somme. Sans doute avait-il eu quelques précurseurs, en Italie, en Angleterre, en Suisse, en Suède, qui avaient pressenti, souvent trop tôt pour être suivis, l'existence de l'homme avant l'histoire. Mais c'est bien en notre pays, avec le génial naturaliste d'Abbeville, soutenu par quelques savants anglais et français, que naquit la préhistoire, et aussi qu'elle se développa à la fin du XIXe siècle et au début du XXe.

Les grandes étapes des civilisations préhistoriques furent alors définies, et pour les désigner les chercheurs du monde entier se servent aujourd'hui de termes dérivés des noms de localités françaises. La terre de France doit ce privilège à son exceptionnelle richesse en documents préhistoriques. Des vallées de la Somme et de la Seine à celles de la Charente et de la Garonne, des abris et grottes du Poitou et du Périgord à ceux des Pyrénées et du Languedoc, c'est une floraison de sites anciennement connus. Il en est aussi de tout récemment découverts : la grotte de Lascaux, avec ses splendeurs artistiques, fut fortuitement explorée, en 1940, par des adolescents faisant plus ou moins école buissonnière sur le Causse; des restes humains ont été exhumés depuis 1947 à Fontéchevade, à la Chaise, et de riches industries recueillies à Isturitz, Montmaurin, Lespugue, Badegoule, Pech de l'Aze, les Furtins...; la mise à jour, en 1949, de l'étonnant bas-relief d'Angles-sur-l'Anglin couronna des fouilles perspicaces. Tant de découvertes, en ces derniers temps, démontrent que notre potentiel de richesses préhistoriques est loin d'être épuisé. Celui de la France d'Outre-Mer, dont l'inventaire est tout juste commencé, est lui aussi d'une remarquable ampleur.

C'est dans un tel pays que Marcellin Boule pouvait écrire amèrement en 1906 : « La science officielle ne reconnaît pas encore la préhistoire, peut-être parce que celle-ci est née dans notre pays et qu'elle est une de ses gloires »; dans un tel pays que de nos jours l'enseignement de la préhistoire est notoirement insuffisant. Il serait temps de créer chez nous le climat qui permettrait à cette science de conquérir sa place légitime. La France ne peut pas plus renier son passé préhistorique que son passé historique et oublier qu'elle fut, durant des millénaires, une terre d'élection pour l'humanité.

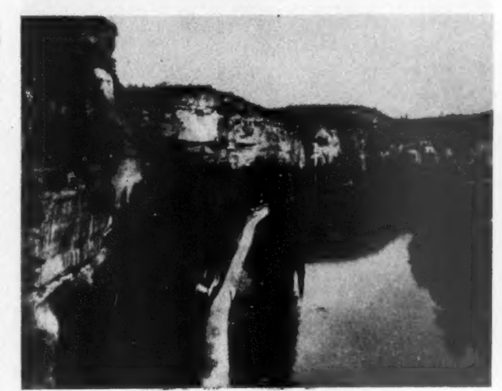


Fig. 1. — *Abris sous roche.*
Falaises des rives de la Vézère en amont des Eyzies, vers Laugerie-Haute et Laugerie-Basse.
(*Photo* Arts graphiques).

Recherche des stations et méthodes de fouilles

A l'époque où Boucher de Perthes parcourait les ballastières ouvertes dans les graviers anciens de la Somme, décelant l'existence de l'homme par la récolte de pierres taillées, des grottes avaient fourni et n'allaient pas tarder à fournir des squelettes humains, associés à des silex taillés et à des restes d'une faune disparue de Mammifères. Mais à cette époque, le hasard seul, dans la plupart des cas, mettait sur la voie des découvertes. C'étaient les travaux de terrassement des constructeurs de la basilique de Lourdes qui, jetant au Gave de Pau les couches de la Grotte des Espelugues, révélaient ses industries et ses œuvres d'art. C'était la confection en 1881 d'une route le long de la petite vallée du Voultron, en Charente, qui mettait à jour les couches archéologiques d'où le docteur Henri-Martin devait exhumer plus tard, par ses fouilles méthodiques, de nombreux restes des Hommes de Néanderthal et un riche ensemble industriel, révélateur des conditions de leur vie.

A cette même époque, les chercheurs appliqués à recueillir les documents préhistoriques ne sentaient guère la nécessité de pratiquer eux-mêmes les fouilles. Dans les ballastières, on chargeait les ouvriers de recueillir les « coups de poing » et les « limandes ». Dans les grottes, on installait des équipes d'ouvriers qu'on surveillait de plus ou moins près. C'est ainsi que de belles stations furent prospectées, et leurs richesses préhistoriques exhumées, mais que fut à jamais perdue la trace des changements que le déroulement du temps avait inscrits dans leurs dépôts.

Désormais, la découverte des sites préhistoriques n'est plus livrée au seul hasard. La connaissance des conditions d'habi-



Fig. 2. — *Fouilles du docteur Henri-Martin (1922) dans la station moustérienne de la Quina (Charente).*

Préparation d'une falaise verticale dans la tranchée M. On remarque le front vertical sur la droite, et la succession des petits paliers au centre et à gauche. Dans cette même tranchée, on peut voir aujourd'hui une « coupe témoin ».

(*Photo* Henri-Martin, *Musée de l'Homme*).

tat et des nécessités inéluctables de la vie préhistorique oriente les recherches dans tel ou tel sens. Aux époques de froid, l'homme a recherché la protection naturelle de grands surplombs rocheux : il a généralement choisi ceux que le soleil réchauffait pendant de longues heures, et dont la situation à proximité d'une source ou d'une rivière assurait l'alimentation facile en eau (fig. 1). Dans les grottes et les cavernes, c'est près de l'entrée que s'installaient les groupes humains : c'est là qu'il faut chercher leurs traces, ainsi que dans le « talus », cet amas extérieur de détritus où se superposent, en strates, les poubelles des siècles successifs. Aux époques de climat tempéré ou chaud, les hommes ont vécu dehors, mais la densité de peuplement était plus grande au voisinage des rivières, dont les diverses alluvions ont conservé les outillages, des plus archaïques aux plus récents, ou sur les rivages des lacs ou des mers, où les industries sont incluses dans des plages fossiles, au pied de falaises mortes plus ou moins élevées au-dessus des rivages actuels. Sensiblement au niveau de nos plages, vers les derniers temps préhistoriques, s'édifièrent d'ultimes témoignages d'installations humaines qui se voient aujourd'hui sous forme de longs amas de détritus de quelques mètres de haut, aisément repérables dans la topographie.

La fouille elle-même cessa vite d'être l'œuvre purement manuelle d'ouvriers terrassiers pour devenir œuvre vraiment scientifique. Ce changement capital s'opéra quand les préoccupations de stratigraphie s'imposèrent à l'esprit des fouilleurs. Des méthodes de fouilles s'élaborèrent, fondées sur la préoccupation de lire, tout au long du travail, la superposition des couches, sur des coupes verticales soigneusement maintenues, et de déduire l'âge relatif des industries selon le principe de superposition.

Pour ne prendre d'exemples que dans notre Sud-Ouest français, je mentionnerai les belles fouilles que fit, avant et après la guerre de 1914, Henri-Martin en Charente, à la Quina, au Roc, et celles de Denis Peyrony, vers la même époque, dans les stations devenues classiques des environs des Eyzies. On attaquait les couches d'un gisement de manière à faire apparaître, dès que possible, une paroi verticale où se lisait la succession des dépôts, ce qu'Henri-Martin appelait une « façade verticale ». La progression de la fouille faisait reculer ce front, sans que l'on cessât d'y observer la stratigraphie, d'en dessiner et d'en photographier les aspects successifs. Cependant, entre une position de la façade verticale et la position suivante, l'attaque se faisait lentement, de haut en bas, en découvrant des rectangles horizontaux successifs de petite surface, de petits paliers, portions restreintes des sols foulés par les hommes préhistoriques (fig. 2).

Vers cette même période, on conçut nettement la nécessité de conserver un « témoin », portion des couches de la station épargnée par le fouilleur, et dont il assurait la protection contre les possibilités ultérieures de destruction. A la Quina ou au Roc, en Charente, et près des Eyzies (Laugerie-Haute, la Micoque, la Ferrassie), on peut voir aujourd'hui les « témoins » demeurés intacts, la dernière « façade verticale » sur laquelle se terminèrent les fouilles d'Henri-Martin ou de Denis Peyrony. Dès ce moment, l'accent était mis par ces excellents chercheurs, sur la rigueur qui doit présider au repérage de chaque pièce archéologique dans une couche (fig. 3) Par le partage du gisement en compartiments affectés d'un signe, par un système de lignes de références et de coordonnées, Henri-Martin, à la Quina, codifiait nettement la récolte



Fig. 3. — *Dégagement d'un bois de Renne dans la tranchée C à la Quina.*

Une pièce ainsi dégagée est repérée par des coordonnées fixant sa position exacte dans les couches, et son orientation est notée.

(*Photo* Henri-Martin, *Collection Musée de l'Homme*).

des objets archéologiques. Dans les grandes fouilles, comme celles de Palestine, ou celles de Chou-Kou-Tien, en Chine, il a fallu évidemment compliquer le détail du système de références.

L'abbé Breuil, dans le même temps, transportait aux prospections dans les terrasses fluviatiles la préoccupation stratigraphique qui avait introduit l'esprit scientifique dans les fouilles des grottes. Reprenant après Boucher de Perthes, après Commont, l'étude de la vallée de la Somme, berceau de la préhistoire, puis abordant celle des vallées de la Seine, de la Charente, de la Garonne, il relevait avec précision, sur les coupes des ballastières, la succession et les particularités des assises. Il mit ainsi en lumière les étapes évolutives des civilisations antérieures à celles des grottes, celles de la première partie des temps paléolithiques. Dès lors s'étendait à la presque totalité des temps préhistoriques le bénéfice des méthodes rigoureuses, dominées par les préoccupations stratigraphiques, s'appuyant essentiellement sur le principe de superposition ; dans ses lignes essentielles, la chronologie des industries préhistoriques fut ainsi établie.

Les méthodes modernes de fouilles ont mis l'accent sur une autre technique, celle du décapage, qui répond au souci de mettre à jour les sols que nos lointains ancêtres ont foulés, avec les objets qui les parsèment, dans leurs positions et leurs relations réciproques, tels qu'ils furent abandonnés. Quel préhistorien ne serait saisi d'émotion en dégageant un foyer, avec ses pierres rougies et éclatées et ses charbons non consumés, les dalles assemblées qui pavaient un sol trop mou, les empreintes de pas humains sur l'argile durcie d'une grotte, ou un squelette dans la position repliée de son inhumation, encore paré de ses ornements de coquilles et de dents percées ?

Pour découvrir ces témoignages, il faut enlever les couches, pellicule par pellicule, parallèlement aux sols anciens (fig. 4). Mais il apparaît évidemment qu'un emploi maladroit, exclusif, de la méthode de décapage, risque de confondre sur un même horizon plusieurs des sols fossiles dont la surface est toujours plus ou moins irrégulière, mêlant les niveaux au mépris de la plus élémentaire rigueur. Il faut donc limiter l'étendue des surfaces décapées, ménager des coupes verticales, opérer par paliers étagés en marches d'escalier, bref demeurer capable, à chaque instant, de recomposer la « façade verticale » où se lit l'ensemble de la stratigraphie. Il y a donc moins de distance qu'on ne veut parfois le dire entre les anciennes méthodes et les nouvelles. Il y a surtout une question de degré. Au surplus, en chaque cas, la méthode doit s'assouplir et s'adapter aux modalités particulières des diverses stations.

L'extension que prend de nos jours la méthode de décapage révèle l'intérêt de plus en plus marqué des chercheurs pour la reconstitution du cadre où a vécu l'homme préhistorique et pour l'étude de ses activités, et marque ainsi les techniques actuelles de fouilles d'une double tendance écologique et éthologique, superposée désormais à la tendance stratigraphique du début du siècle.

Observations liées à des techniques récentes

Les progrès des sciences les plus diverses apportent en outre aux fouilleurs contemporains des moyens d'investigation insoupçonnés de leurs devanciers.

S'agit-il de chronologie ? Certes les vieux principes de la géologie stratigraphique demeurent fondamentaux : superposition des couches, remplacements latéraux, caractérisation des niveaux pas les faunes disparues, comme l'avaient compris dès 1861 un Edouard Lartet, puis un Piette. Mais des énigmes avaient résisté à ces méthodes classiques, dont on peut aujourd'hui espérer la solution. Dans un même cailloutis fluviatile, par exemple, peuvent voisiner des restes d'organismes d'âges différents, les uns vraiment contemporains de l'édification de



Fig. 4. — Fouilles de Mlle G. Henri-Martin dans la grotte de Fontéchevade (Charente).

Décapage dans les couches tayaciennes. *Au centre*, un foyer, progressivement dégagé (pierres brûlées, argile cuite).

(*Photo* G. Henri-Martin).

la terrasse, les autres empruntés par la rivière à des terrains plus anciens, « remaniés » comme disent les géologues. Qui ne pense à la question, quasi-insoluble jusqu'ici, des rapports du crâne et de la mâchoire de Piltdown, crâne à morphologie si évoluée que, dès la découverte, en 1913, on parlait de sa ressemblance avec un « bourgeois de Londres », mâchoire où s'inscrivent tant de traits simiens ? Tous deux gisaient à peu de distance l'un de l'autre, dans des graviers anciens, appartenant à la terrasse de 25 m de l'Ouse, petite rivière du sud de l'Angleterre. Ailleurs, n'a-t-on pas mis en doute l'archaïsme de restes humains en évoquant une sépulture, qui les aurait introduits dans une couche archéologique plus ancienne ?

Des savants anglais (Oakley, Montagu, Hoskins), qui avaient eu un lointain précurseur en Carnot (1892), viennent de montrer (1949-1950) que cette hétérogénéité peut désormais être décelée par la teneur en fluor des os, qui est d'autant plus grande que l'os est plus archaïque. Ce « test du fluor », appliqué au gisement français de Fontéchevade, a permis de montrer que la calotte cranienne exhumée par Mlle G. Henri-Martin, d'une couche ancienne à faune tempérée chaude et à industrie fruste (Tayacien), est bien contemporaine des ossements animaux épars dans cette couche. Sa teneur en fluorine (0,4 à 0,5) est du même ordre de grandeur que celle des os fossiles de Mammifères (0,5 à 0, 6) associés aux outils tayaciens, tandis que les couches superposées (Moustérien, Aurignacien) donnent des teneurs bien inférieures (0,1). Or cette calotte cranienne, à faciès très évolué, évoquant l'*Homo sapiens*, posait des problèmes du même ordre que les restes humains de Piltdown.

En Amérique, des recherches de physique nucléaire mettaient les savants américains Libby, Anderson, Arnold (1949) sur la voie d'une découverte qui allait permettre de dater de façon absolue des couches archéologiques, à condition qu'on y puisse recueillir des restes organiques : charbons, bois fossiles, restes végétaux de toute sorte, restes animaux tels que poils, ongles, griffes, cornes ou bois de Ruminants, os carbonisés. Les organismes vivants recueillent, avec le carbone qu'ils emmagasinent, un isotope de ce corps, le radio-carbone ou carbone 14, qui se désintègre après la mort de l'organisme de sorte que sa proportion diminue dans les restes fossiles. Par dosage de la radio-activité résiduelle, on peut donc dater en siècles la mort de l'être vivant, animal ou végétal. Bien que jusqu'ici,



Fig. 5. — *Éclatement des roches sous l'action d'un climat de type périglaciaire à Puyclavaud (Charente).*
Le calcaire jurassique a été fragmenté à sa partie supérieure par le froid pendant l'ère quaternaire. En outre, les pierres ont été orientées ; on voit, particulièrement à droite, des pierres disposées en arc de cercle sur la coupe verticale. Sol strié identifié par Y. Guillien (1949).
(Photo Chombart de Lauwe).

cette méthode ne remonte guère le cours du temps en deçà de 25 000 ans, elle a déjà fourni des précisions fort intéressantes. Aux charbons recueillis dans la splendide grotte ornée de Lascaux (Dordogne), elle assigne 15 à 16 000 ans.

S'agit-il de préciser les conditions du climat sous lequel ont vécu les hommes préhistoriques ? Géologues, morphologistes, pédologues, paléobotanistes viennent à l'aide du préhistorien.

Les premiers attirent l'attention sur les modalités d'éclatement des roches sous l'influence de climats excessifs, et sur de curieuses dispositions des pierres dans les sols, dont la nature actuelle ne montre d'exemples qu'en très haute altitude ou dans les régions périglaciaires. Là, le sous-sol, perpétuellement gelé (tjäle), supporte en été une boue semi-liquide, emplie de cailloux, que brassent des courants incessants. A la surface s'élaborent des sols polygonaux et des sols striés, par localisation des pierres en polygones ou en lignes parallèles (fig. 5). En profondeur se crée une architecture visible sous forme de festons sur des coupes verticales convenablement orientées. L'écoulement lent de la boue superficielle sur des surfaces topographiques inclinées même faiblement déforme les couches, les plisse, frotte les cailloux les uns sur les autres, ajoutant des stries aux éclatements caractéristiques que le grand froid y marque par ailleurs. Ce sont les phénomènes de solifluxion dont les exemples aujourd'hui se multiplient, aussi bien dans les couches superficielles de nos plateaux et dans les alluvions anciennes de nos rivières que dans les couches des grottes et des abris-sous-roche (fig. 6).



Fig. 6. — *Coupe dans le crétacé de Vigny (S.-et-O.).*
Les festons à la partie supérieure sont dus à un phénomène de solifluxion.
(Photo H. Alimen).

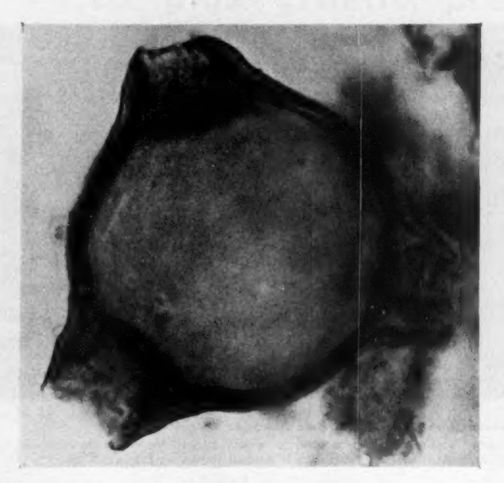
Les épisodes de vents violents qui ont marqué les grandes périodes glaciaires du Quaternaire ont provoqué l'accumulation de sables (dunes) ou de poussières (loess), dont l'étude est du ressort de la pétrographie sédimentaire. L'examen microscopique de la forme des grains de sable, l'allure des courbes granulométriques qui traduisent la répartition relative des grains des diverses tailles, la séparation des « minéraux lourds » renseignent sur l'origine du matériel, la direction des vents dominants, leur force relative. L'examen des surfaces rocheuses et des cailloux polis par le vent apporte des notions supplémentaires à cette météorologie préhistorique.

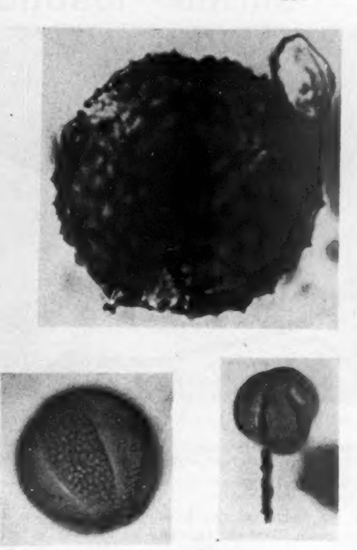
La botanique enfin offre une contribution tellement importante à la préhistoire qu'il s'est créé une branche spéciale de la préhistoire, ou plutôt une véritable science indépendante, la palynologie, pour laquelle, en certains pays, des laboratoires et même des chaires d'Université ont été institués. Cette science s'attache à la détermination des pourcentages relatifs des grains de pollen fossilisés dans les terrains contemporains des hommes préhistoriques (fig. 7). On reconstitue ainsi l'image des forêts disparues et leurs changements, liés surtout aux fluctuations des grands glaciers quaternaires. L'Homme de Néanderthal connut la toundra, avec ses Saules herbacés et ses Bouleaux nains, ou la taïga aux sombres forêts de Conifères. A la fin de l'âge des cavernes les habitants du nord de l'Europe, après la toundra et la taïga, virent s'installer les conditions climatiques de l'Europe moyenne actuelle, avec la chênaie mixte (chêne, orme, tilleul), puis après ce climat plus clément que l'actuel, un refroidissement introduisit l'Epicéa, espèce encore dominante aujourd'hui. Ces quelques indications suffisent à suggérer que la palynologie apporte à la préhistoire une double contribution sur le plan chronologique et sur le plan écologique (fig. 8).

Étude des documents archéologiques

Toutes les démarches envisagées jusqu'ici, soit qu'il s'agisse de dater les documents, soit qu'il s'agisse de définir le milieu où évolua l'homme préhistorique, nous laissent en quelque sorte dans le vestibule de la préhistoire. Il nous reste maintenant à indiquer par quelles méthodes le chercheur pénètre dans le sanctuaire de sa science, je veux dire par quels moyens il essaie de pressentir ce que fut la vie même de l'homme préhistorique et de saisir quelque chose de ses réflexions et de ses sentiments. Ici nous nous trouvons en face des méthodes propres de la préhistoire, presque toutes aussi anciennes que cette science elle-même.

C'est l'étude de l'outillage et des armes, et de tous les témoignages de l'activité humaine à laquelle G. de Mortillet donna en France, vers 1860, son impulsion initiale, et où s'illustrè-





rent depuis tant de chercheurs. Elle décrit les objets façonnés par l'homme ; elle essaie de déterminer leurs usages et de découvrir par là quelques aspects de la vie domestique, de la chasse, du dépeçage des animaux, de la culture, de la prospection du sous-sol pour en extraire silex ou minerais... On tâche de retrouver les techniques de fabrication des outils et des armes par un examen minutieux de leurs particularités, par l'étude des objets « ratés », des déchets de fabrication.

Fig. 7 à 10. — *Grains de pollen fossiles de la fin des temps paléolithiques (environs de Londres).*

A gauche, *Epilobe* ; en haut, à droite, *Valériane* ; en bas, à droite, Labiée et *Ulmaire*.

(*Photos* H. Godwin, extraites de *Endeavour*, Londres).

On s'essaie à reproduire, avec les seuls moyens des temps préhistoriques, les lourds bifaces des époques les plus lointaines, comme les délicates pointes de flèches des chasseurs néolithiques. Certains de nos confrères sont devenus maîtres dans l'art de confectionner une limande acheuléenne, un burin, une feuille de laurier solutréenne, un harpon ou une pointe de sagaie. Nous savons ainsi que tel biface a exigé un percuteur de pierre, que tel autre, aux retouches plus fines et autrement orientées, n'a pu être obtenu que par les chocs d'un gourdin. Voici donc reproduits les gestes de nos lointains ancêtres et retrouvées les démarches de leur pensée, avec une marge d'incertitude d'autant plus faible que les détails caractéristiques des pièces auront été plus minutieusement étudiés et leurs traits plus exactement reproduits.

L'ethnologie comparée apporte sans cesse des documents nouveaux sur les mœurs et la psychologie des peuples actuels demeurés en des stades primitifs de civilisation ; à leur lumière on peut entrevoir quelques aspects des civilisations disparues. C'est ainsi que s'éclaire de quelques lueurs non seulement le pro-

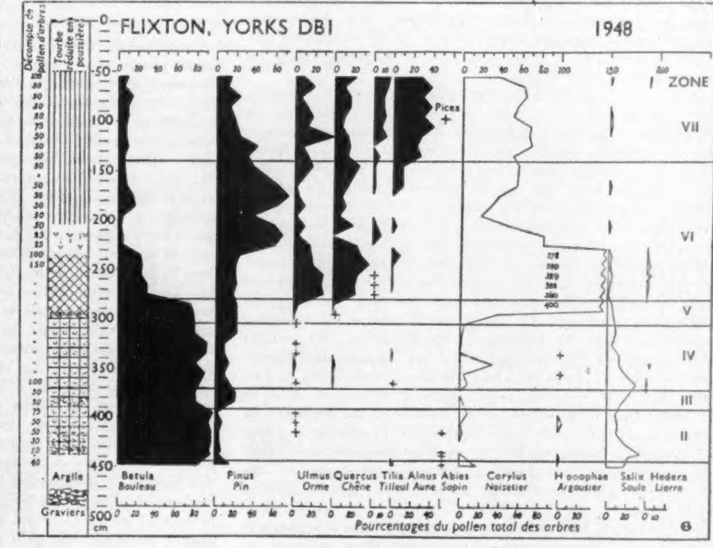


Fig. 11. — *Diagramme pollinique.*

A gauche, schéma de la tourbière de Flixton (Yorkshire) où ont été faits des prélèvements systématiques. Dans les parties profondes, donc anciennes, domine le Bouleau ; puis le Pin prend de l'importance, le Chêne, l'Orme, le Noisetier étant déjà représentés. Le Pin devenant maximum, les arbres à feuilles caduques régressent. Le sommet correspond à l'époque où Chêne, Orme, Tilleul, Noisetier, Aulne deviennent prépondérants.

(D'après H. Godwin, dans *Endeavour*).



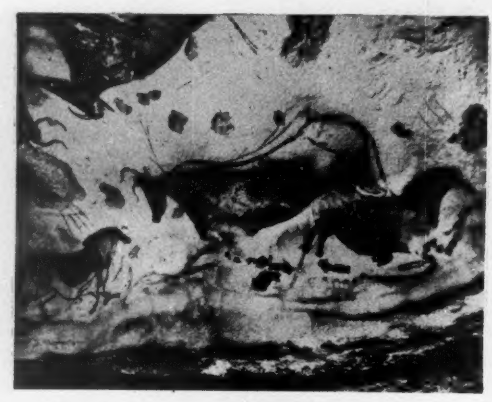


Fig. 12 et 13. — *Animaux blessés de la grotte de Lascaux.*
Taureau de la salle principale ; un trait est piqué dans le mufle, un propulseur (accessoire des armes de jet) est figuré en avant de la tête.
A droite, cheval entouré de flèches et vache percée de traits, dans la nuque, dans le sommet du dos et dans la croupe.

blème des usages et des techniques, mais celui des rites et des croyances. C'est en regardant les Eskimos se servir de leurs couteaux de pierre que l'on conçoit l'usage des lames à dos abattu de l'Abri Andi, du début du Paléolithique récent, et en les voyant manœuvrer le poinçon à archet que l'on peut imaginer le travail des perceurs de haches du Néolithique. Quant au passionnant domaine des manifestations artistiques du Paléolithique supérieur, si évocateur de la psychologie préhistorique, il a depuis longtemps trouvé ses normes pour le déchiffrage des figurations et leur interprétation, avec des savants universellement appréciés parmi lesquels nous ne citerons que R. de Saint-Périer, le Comte Bégouën, et le grand maître en ces questions, l'abbé Breuil.

Établir l'authenticité d'une figuration par l'enduit stalagmitique qui la scelle ou par les couches archéologiques qui en défendaient l'approche; débrouiller la succession chronologique des gravures ou des peintures par leurs recouvrements réciproques; établir l'évolution des styles et des techniques, telles sont les démarches qui s'imposent d'abord. Essayer de pénétrer les pensées et les sentiments des artistes qui ont œuvré dans nos grottes voici des millénaires, la mentalité de la masse des « fidèles », lors des cérémonies qui se déroulaient sous les voûtes secrètes et sombres des cavernes devant gravures, sculptures et peintures, telle est ensuite la difficile et passionnante tâche du préhistorien, où l'ethnologie comparée lui est particulièrement précieuse. La magie de la chasse, si répandue aujourd'hui chez les Australiens, les Boschmen, les Indiens d'Amérique, suggère une explication aux innombrables figurations d'animaux blessés de Niaux, du Tuc d'Audoubert, de Lascaux (fig. 9 et 10), aux représentations d'hommes masqués de Teyjat, des Combarelles, de la Madeleine, des Trois-Frères. Comment ne pas penser à des cérémonies d'initiation à l'Abri d'Angles-sur-l'Anglin où M[lles] S. de Saint-Mathurin et D. Garrod ont découvert trois bustes de femmes sans épaules et sans tête, presque grandeur naturelle, sculptés sous l'aplomb rocheux de la falaise.

Et cependant, bien souvent, toute comparaison ethnologique paraît vaine, toute recherche d'une signification magique ou rituelle s'efface pour ne laisser place qu'à la perception de la beauté, dans les grottes et cavernes de France et d'Espagne, où la forme, la vie, la puissance des animaux ont été rendues en perfection, aussi bien qu'au lointain Hoggar ou aux plateaux désertiques de la Rhodésie et du Cap, où de belles peintures de Bovidés, de girafes, d'antilopes, couvrent de leurs fresques les falaises et les blocs éboulés, et où les danseuses de la Téfedest ou la belliqueuse Dame blanche ajoutent une note d'une grâce achevée.

* * *

La préhistoire fut, dès ses débuts, un carrefour où se croisaient plusieurs disciplines. Il est symptomatique d'avoir à nommer, dès l'origine, à côté d'archéologues tels G. de Mortillet, des géologues et des paléontologistes comme Prestwich et Lyell en Angleterre et Gaudry en France, qui soutinrent Boucher de Perthes, comme E. Lartet encore, des anthropologistes comme Broca, des ethnologues comme de Quatrefages. Bien que l'étude des squelettes humains ait été assez vite laissée aux anthropologistes et que la paléontologie humaine ait poursuivi une carrière indépendante, la préhistoire ne devait pas cesser de grouper des hommes de formation et de tendances fort diverses. Aujourd'hui, nous assistons à une irruption, dans la préhistoire, de disciplines nouvelles, qui semblent dans une large mesure, devoir renouveler sa physionomie. A côté de la paléontologie et de la stratigraphie, à côté de l'ethnologie, depuis longtemps ses associées, voici qu'interviennent la jeune pétrographie sédimentaire, la géomorphologie, la palynologie, la pédologie. La chimie et la radiophysique apportent aussi leur appoint. L'étude des problèmes préhistoriques est reprise, sous une forme plus concrète, plus restreinte, plus modeste peut-être. Une double ambition se marque nettement : poser des bases chronologiques sûres, afin de mieux établir les successions et les synchronismes des civilisations et de mieux saisir le déroulement des conquêtes de l'esprit humain; replacer l'homme préhistorique dans son milieu pour une compréhension plus exacte des possibilités qui lui furent offertes, comme des difficultés qu'il eut à vaincre et des dangers qu'il eut à éviter.

H. Alimen,
Professeur à l'Institut d'Ethnologie.

La plus grande profondeur marine

Il est important de connaître avec précision les déformations du géoïde terrestre et notamment les plus grandes altitudes terrestres et les plus grandes profondeurs marines. Malheureusement, dans les deux cas, les mesures sont difficiles. Sur terre, les triangulations deviennent fort laborieuses en haute montagne et les estimations barométriques ne sont possibles qu'après l'escalade des sommets. Sur mer, on ne peut descendre au fond et il reste à y envoyer une sonde ou à estimer le temps de transmission d'un train d'ondes s'y réfléchissant. Il faudrait pour cela que la ligne de sonde descende bien verticalement et que son arrivée au fond soit sensible, bien que le navire ne puisse être ancré et qu'il subisse toujours une certaine dérive. Les ondes sonores traversent à l'aller et au retour des couches d'eaux de températures et de salinités différentes dont la vitesse de transmission est différente. Les ultrasons s'amortissent à des distances trop faibles pour servir sans un récepteur spécialement sensible et les mesures de pression sur des thermomètres sont inutilisables, les pressions devenant trop fortes pour être finement mesurables et les instruments de verre se brisant. Si bien que toutes les mesures restent incertaines et nécessitent de multiples corrections (sur les procédés de sondage, voir *La Nature*, n° 3201, janvier 1952).

Longtemps, on ne put sonder au delà de quelques centaines de mètres et de très vastes étendues de mers restaient « sans fond ». Vers le milieu du XIXe siècle, les sondages se perfectionnèrent et en 1875, le *Challenger* atteignit à l'est des îles Mariannes, dans le Pacifique, le record de 8 184 m, le plus grand fond alors connu avec certitude. Dans l'ouest du Pacifique nord, des profondeurs plus grandes furent relevées dans des fosses étroites bordant les chapelets d'îles du Japon, des Philippines, des Mariannes (fig. 1). Le navire allemand *Planet* sonda au fil 9 788 m à l'est des Philippines, par 126°50′ E et 9°56′ N; le *Nero*, américain, atteignit 9 636 m à l'est de Guam, par 145°49′ E et 12°43′ N; les navires japonais *Mansyu*, *Kosyu*, *Yodo* relevèrent jusqu'à 9 814 m dans la même région.

Des fonds supérieurs à 10 000 m ne furent découverts qu'en ce siècle et ils restent très peu nombreux. Wüst qui a fait connaître le premier, celui de l'Emden en 1927, vient de les relever tous et de discuter leur précision et les corrections à y apporter. On peut les réunir dans le tableau suivant :

Fosse	Longitude E	Latitude N	Navire	Moyen de sondage	Profondeur en m	Erreur possible
Philippines	126°52′	9°42′	*Emden*	son	10 400	± 140
Japon	142°30′	30°30′	*Ramapo*	—	10 374	± 145
Philippines	126°51′	9°42′	*Snellius*	fil	10 130	± 100
—	126°51′	9°40′	—	—	10 068	± 100
—	126°39′	10°27′	*Cape Johnson*	ultrasons	10 497	± 91

Ces très grands fonds sont donc localisés dans deux fosses au large du Japon et des Philippines et le dernier, signalé par Hess et Buell en 1950, est devenu le record de profondeur, mais il ne l'est pas resté longtemps.

Déjà, la frégate danoise *Galathea*, opérant presque au même point, a sondé 10 540 m par 126°40′ E et 10°23′ N et a même recueilli des animaux vivants dans une benne preneuse Petersen descendue à cette profondeur (*La Nature*, n° 3199, 1951).

Et voici que notre confrère anglais *Nature* (n° 4302, 1952), publie un article où le docteur J. N. Carruthers et le Commander A. L. Lawford, du service d'hydrographie de l'Amirauté, annoncent un nouveau record de 10 863 m dans la fosse de Guam ou des Mariannes, où le vieux *Challenger*, puis le *Nero* n'avaient pas rencontré d'aussi grandes profondeurs.

Le 14 juin 1951, le navire anglais *Challenger* (qui n'a rien de commun avec l'ancêtre des expéditions océanographiques, si ce n'est le nom qu'il maintient), muni d'un appareil de sondage ultra-sonore, traversait la fosse des Mariannes, à quelque 320 km dans le sud-ouest de Guam, quand il cessa d'enregistrer le fond vers 7 498 m ; il employa alors la méthode sonique, enregistrant le temps entre l'explosion d'une petite charge en surface et la réception de l'écho venant du fond ; par 11°20′ N et 142°16′ E, il trouva ainsi plus de 10 000 m. Il décida alors de sonder au fil avec toutes les précautions possibles : navire debout au vent par temps calme, petits déplacements pour maintenir la ligne de sonde verticale; la touche au fond fut très nette et après corrections, on estima la profondeur à 10 738 m. Deux sondages au son, avant et après la descente du plomb donnèrent les valeurs corrigées de 10 356 et 10 308 m avec une erreur possible de 31 m. A la fin d'octobre 1951, le *Challenger* revint sur les lieux, après avoir modifié son installation d'ultra-sons pour qu'elle fonctionne aux plus grandes épaisseurs d'eau, et il enregistra les profils des fonds en passant deux fois en travers de la fosse de Guam. Par 11°19′ N et 142°15′ E, en un point à moins de 3 km SE de celui où avait eu lieu le sondage au fil du mois de juin, on enregistra 10 900 m, soit après corrections 10 863 m. D'au-

Fig. 1. — *Les grandes fosses du Pacifique nord.*
En noir, les fonds de plus de 4 000 brasses (7 320 m).
(D'après Carruthers et Lawford).

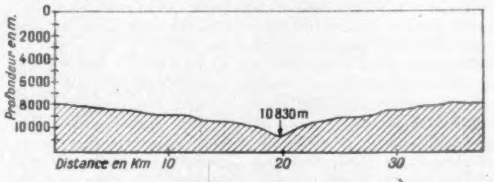


Fig. 2. — *Profil du fond, à travers la plus grande profondeur de la fosse des Mariannes.*
(D'après Carruthers et Lawford).

tres voisins donnèrent 10 881 et 10 844 m. On sonda au fil et le plomb remonta de 10 504 m avec un échantillon de fond où l'on reconnut de l'argile des grands fonds, sans calcaire, avec un peu de cendres volcaniques, des restes de radiolaires et de diatomées. Une bouteille remonta un échantillon d'eau de 10 369 m.

Voici donc le record de profondeur océanique porté à près de 10 900 m. Les opérations du *Challenger* attirent l'attention sur la fosse des Mariannes, découverte par son ancêtre du nom et qui s'avère pour le moment plus profonde que celles plus étendues des Philippines et du Japon. Le profil en travers de cette fosse donne une idée précise de ces arcs abyssaux du Pacifique nord-ouest dont l'origine est encore discutée (fig. 2). On attend les analyses des fonds recueillis en ces derniers temps par l'*Albatross*, la *Galathea*, le *Challenger*, dont on peut espérer des données nouvelles sur les sédiments les plus profonds, leur radioactivité et leur âge, la faune actuelle qui y vit.

René Merle.

La consommation d'énergie dans le monde

L'énergie disponible à la surface du globe a jusqu'ici sa source unique dans le soleil, en attendant qu'on sache aussi utiliser les désintégrations atomiques spontanées. Mais elle se présente sous des aspects très divers : radiation directe, différences thermiques, vents, chutes d'eau et courants hydrauliques, bois et autres matières végétales (tourbe, huiles, alcool) qui se renouvellent constamment, et surtout accumulations fossiles telles que charbons et autres combustibles solides, hydrocarbures liquides et gazeux qui s'épuisent sans se reformer, semble-t-il. L'homme a inventé de nombreuses machines pour en tirer force, mouvements, chaleur électricité, lumière.

Le *Bulletin mensuel de statistiques des Nations Unies* en fait périodiquement l'inventaire et s'efforce de suivre la consommation d'énergie, rapidement croissante dans le temps et très inégalement répartie dans les diverses régions. Voici le tableau qu'il donne dans son dernier numéro de la consommation mondiale d'énergie, calculée en millions de tonnes de charbon, en 1929 et en 1950.

Régions	1929			1950			Augmentation %	
	Énergie	Pétrole	Pétrole %	Énergie	Pétrole	Pétrole %	Énergie	Pétrole
Europe	697,1	23,7	3,4	781,6	74,8	9,6	12	216
U.R.S.S.	53,4	12,2	22,9	331	49,0	15,0	520	300
Amérique du Nord	855,8	179,1	20,9	1233,1	405,0	32,9	44	126
Amérique du Sud	27,1	14,9	55,0	66,9	45,7	68,5	147	207
Afrique et Asie	129,3	14,1	10,9	212,6	35,7	16,8	65	153
Océanie	15,5	2,7	17,4	32,4	9,0	27,8	110	233
Soutage (Navigation)	59,6	12,0	20,1	73,1	62,3	85,0	23	420
Totaux	1837,8	258,7	14,1	2733,9	681,5	25,0	49	163

En 20 ans, la consommation totale d'énergie du monde a donc augmenté de moitié, celle du pétrole de plus d'une fois et demie. Le pétrole ne représentait en 1929 que 14 pour 100 de la force motrice totale; il en a atteint le quart en 1950. Si l'on comparait 1951 à 1950, on verrait que la consommation du charbon s'est encore accrue en un an de 5 pour 100, celle de pétrole de 13 pour 100.

La comparaison par régions présente non moins d'intérêt. En tête vient l'Amérique du Nord, essentiellement sa partie anglo-saxonne; riche de combustibles de toutes sortes et d'énergie électrique, elle en consomme de plus en plus, à mesure qu'elle multiplie les forages et les exploitations; elle a motorisé, mécanisé plus qu'aucune autre région, remplaçant partout le travail humain par celui des machines, créant ainsi des conditions sociales toutes nouvelles. Le fait-elle avec assez de discernement ? Ne gaspille-t-elle pas ses réserves ? Ne se soucie-t-elle pas de productivité plus que de rendement ? Assure-t-elle au mieux son avenir, son bonheur par l'industrialisation ?

La vieille Europe, moins dynamique mais peut-être plus expérimentée et plus sage, suit à distance. Ses ressources naturelles sont plus faibles : elle a bien du charbon mais, exploitées depuis longtemps, ses mines sont plus difficiles à conduire; elle n'a presque pas de pétrole et doit l'importer; elle tient tout de même la deuxième place avec une consommation d'énergie de plus de moitié de celle de l'Amérique du Nord et une consommation de pétrole faible, moins du quart des États-Unis.

L'U.R.S.S., mi-européenne, mi-asiatique, suit à distance, autant qu'on en est informé. Elle consomme quatre fois moins d'énergie que l'Amérique du Nord, deux fois moins que le reste de l'Europe et, seule région dans ce cas, elle a plus poussé l'exploitation des combustibles solides que celle des combustibles liquides.

Les autres continents, Afrique et Asie, Amérique du Sud, Océanie, restent loin derrière, même ceux qui ont du pétrole sur leur territoire et commencent à le voir exploité. Le laisseront-ils partir vers d'autres pays, voudront-ils et sauront-ils le raffiner, le vendre, l'utiliser eux-mêmes, c'est l'un des plus grands aléas et l'un des plus difficiles problèmes de ce temps.

Il convient aussi de considérer la dernière ligne de la statistique de l'O.N.U., le soutage, c'est-à-dire la consommation d'énergie des transports maritimes. Ceux-ci dépensent 23 pour 100 de plus d'énergie qu'il y a 20 ans, ce qui est peu mais n'exprime qu'un équilibre entre le tonnage flottant et les économies de propulsion; mais tandis que les combustibles solides ne sont plus guère utilisés, les combustibles liquides représentent maintenant 85 pour 100 de la consommation totale. C'est dire que la navigation s'est à peu près totalement transformée.

Il serait imprudent d'extrapoler du récent passé au proche avenir, mais un tableau tel que celui qui figure ici doit être connu et médité et il peut inspirer bien des réflexions sur l'état actuel du monde.

A. B.

Pharmacopée internationale

Parmi tant d'efforts nécessaires dans tous les domaines pour coordonner les règles différentes en usage dans les divers états, il en est un qui mérite particulièrement qu'on le signale au moment où il vient de réussir. C'est l'établissement et la publication d'une pharmacopée internationale destinée à remplacer les Codex nationaux en fusionnant ceux qui existent et en proposant ce texte unique aux pays qui n'en ont pas encore.

Le besoin en devenait urgent à mesure que les contacts se multiplient entre tous les peuples et que les voyages sont si fréquents et si rapides qu'un malade est souvent obligé de se soigner dans des pays autres que sa patrie, d'y faire exécuter une prescription, une ordonnance libellées en des termes spéciaux, en unités de mesures non universelles. La nouvelle pharmacopée normalise les médicaments, fixe leurs noms et leurs formules selon les règles internationales de la nomenclature chimique, précise leurs caractères, leurs solubilités, les moyens de les reconnaître et de les contrôler, les précautions à prendre pour les conserver.

Le premier volume de la première édition vient d'être édité en français ([1]) et en anglais par les soins de l'Organisation mondiale de la Santé, à Genève; une édition espagnole suivra.

C'est l'aboutissement d'une longue série de tentatives renouvelées depuis le milieu du XIXe siècle pour unifier la terminologie, la composition et les activités des substances pharmacologiques. Un premier arrangement international avait été proposé en 1902 à Bruxelles, lors d'une conférence groupant des représentants de 19 états; il portait sur les médicaments héroïques et fut ratifié en 1906. Une autre conférence tenue à Bruxelles en 1925 proposa un texte de 41 articles concernant la préparation des produits galéniques, la définition d'un compte-gouttes étalon, le contrôle biologique des arsénobenzènes, la nomenclature, la fixation des doses maximums, la description et la préparation de 77 médicaments et préparations héroïques ; le texte de cet arrangement fut ratifié en 1929. Il prévoyait aussi la création, sous l'égide de la Société des Nations, d'un organisme international avec secrétariat permanent pour unifier les pharmacopées et coordonner les travaux de commissions nationales. En 1937, l'Organisation d'hygiène de la Société des Nations créa une commission technique d'experts où la France fut représentée par le professeur Tiffeneau, doyen de la Faculté de Médecine de Paris; la guerre interrompit ses travaux en 1939. En 1946, naissait l'Organisation mondiale de la Santé (O.M.S.), dépendant de l'Organisation des Nations Unies (O.N.U.), pour amener tous les peuples au niveau de santé le plus élevé possible; elle recevait mission de réglementer les normes relatives à l'innocuité, à la pureté et à l'activité des produits biologiques, pharmaceutiques et similaires, et les conditions relatives à la publicité et à la désignation de ceux-ci. Un nouveau comité d'experts fut choisi, groupant des compétences et non des représentants, dont un Français, le professeur Hazard qui se dépensa beaucoup pour l'édition actuelle.

En 1950, la *Pharmacopœa internationalis* était prête, sa publication approuvée par l'O.M.S., et ses dispositions recommandées aux états membres pour être introduites dans leurs pharmacopées nationales. On peut juger maintenant de l'importance du travail accompli.

Le volume I qui vient de paraître formule les spécifications de 199 drogues et préparations, les unes connues depuis longtemps et d'un emploi très commun, d'autres récentes tels que les sérums antitoxiques, les sulfamides, les hormones ; 43 appendices définissent les réactifs de contrôle, les méthodes d'analyse, les essais biologiques d'activité, de toxicité et rappellent les doses usuelles et maximums pour adultes.

Cette œuvre considérable est destinée à informer, à guider les états qui n'ont pas encore rassemblé en un Codex les règles de la pharmacopée; ils y trouveront la besogne toute faite. Pour ceux qui ont déjà une réglementation nationale, ce peut être une occasion de la mettre à jour, de la parfaire, de la renouveler dans le sens d'une uniformisation. Les pharmaciens et les médecins du monde entier consulteront avec fruit ce choix expérimenté, réfléchi, de tant de techniques, vraiment international par la nomenclature, les unités de mesures, les méthodes d'analyse. Qu'on songe au médecin de paquebot qui fait escale dans tous les ports, soigne des malades de diverses nationalités, ou au consultant appelé en pays étranger; pour eux et leurs patients, une normalisation est désirable. Elle l'est aussi pour les fabricants de produits pharmaceutiques qui, s'ils veulent exporter, doivent se soumettre dans chaque pays à des réglementations différentes.

Il faut donc souhaiter que la Pharmacopée internationale inspire partout les lois nationales, qu'elle soit adoptée et prescrite dans le monde entier et qu'elle contribue à promouvoir et à protéger la santé de tous les peuples.

D. C.

1. *Pharmacopœa internationalis*. Ire édition. Volume I, in-8°, 425 p. Organisation mondiale de la Santé, Genève, 1951. Édition française, Pedone, Paris. Prix : 20 francs suisses.

L'acide ascorbique et l'acclimatation au froid

L'acide ascorbique est la vitamine C antiscorbutique. On en sait faire la synthèse depuis 1933.

Pendant la dernière guerre et depuis, on s'est beaucoup occupé de connaître les effets physiologiques des grands froids, soit dans les régions polaires, soit aux hautes altitudes et l'on a cherché les moyens de résister aux basses températures et de n'y pas perdre tous ses moyens. Au Canada, en 1947, Dugal et Thérien, expérimentant sur le rat blanc et le cobaye, ont découvert que l'acide ascorbique joue un rôle capital dans la lutte contre le froid; à fortes doses, il accélère l'acclimatation et augmente les chances de survie.

En France, MM. Louis-Paul Dugal et Guy Fortier ont vérifié ces effets chez un animal plus grand et plus proche de l'homme, le macaque (*Macacus rhesus*). Leurs expériences viennent d'être présentées à l'Académie des Sciences par M. Courrier. Des singes mâles adultes ont été exposés, à jeun et immobiles, pendant 2 h, à une température de — 20° C et on a suivi leur refroidissement. Les uns avaient reçu journellement avec leur nourriture 25 mg d'acide ascorbique, les autres 325 mg. Certains avaient vécu à + 20°, les autres à + 10° pendant six mois au moins avant leur réfrigération. A + 20°, la dose quotidienne de 25 mg d'acide ascorbique est largement suffisante pour la vie normale, mais à + 10°, elle n'augmente pas la résistance à un froid intense de — 20°. Par contre, l'ingestion répétée de 325 mg favorise nettement l'acclimatation et la résistance aux grands froids.

Ce sont là des données intéressantes qui ouvrent la voie à l'expérimentation chez l'homme.

LA MODULATION PAR IMPULSIONS

Les premières liaisons électriques à grande distance, télégraphiques ou téléphoniques, ont été établies à l'aide de courants envoyés sur des conducteurs métalliques établissant une liaison continue entre les correspondants.

La radioélectricité a offert des possibilités supplémentaires importantes aux « télécommunications » en rendant inutile la liaison conductrice. Ainsi, entre autres, des liaisons entre postes mobiles sont devenues possibles ; des communications à grande ou très grande distance ont été réalisées, dans des conditions où il aurait été trop onéreux ou impossible de poser un câble; des diffusions faites à partir d'un émetteur vers tous les récepteurs d'une zone ont pu être envisagées et prendre l'importance que l'on sait.

Dans une liaison radioélectrique c'est l'onde hertzienne, c'est-à-dire la vibration électromagnétique produite par l'antenne d'émission et captée par l'antenne de réception qui établit le contact. Cette onde se propage à la vitesse de la lumière; dans les liaisons modernes elle correspond à une vibration sinusoïdale dont la fréquence est comprise entre 15 kilocycles par seconde et 10 000 mégacycles par seconde.

L'expression mathématique d'une telle onde est de la forme :

$$e = E \sin [\Omega t + \varphi]$$

dans laquelle t est le temps et $\Omega = 2\pi F$ la pulsation.

Mais, pratiquement, ce qu'il s'agit d'envoyer à distance c'est un signal ou plutôt sa traduction électrique. Et l'on opère de la façon suivante pour arriver au résultat cherché : à l'aide du signal on module à l'émission l'onde hertzienne que, pour la commodité du langage, nous appellerons dans tous les cas l'onde porteuse; c'est-à-dire en fait que l'on utilise le signal pour faire varier l'un des éléments caractéristiques de cette onde porteuse. Si l'on néglige les distorsions possibles, l'onde arrivant au récepteur est modulée comme elle l'est au départ de l'émetteur et, par détection, on peut en extraire le signal.

Si, à l'aide du signal, on fait varier l'amplitude E de l'onde porteuse on obtient de la modulation sur l'amplitude. La figure 1 représente en A une onde haute fréquence non modulée, en B le signal supposé sinusoïdal qu'il s'agit de transmettre, en C l'onde porteuse modulée en amplitude par le signal.

On peut aussi à la cadence du signal faire varier la fréquence de l'onde porteuse autour de sa valeur en l'absence de modulation, l'amplitude restant constante. La figure 1 D donne l'image de l'onde A modulée par le signal sinusoïdal B. On réalise ainsi la modulation de fréquence.

Nous avons supposé dans les représentations de la figure 1 que le signal modulant B dans sa traduction électrique était sinusoïdal. Ce que nous avons dit reste cependant tout à fait général car un signal quelconque, correspondant à une variation fonction du temps, peut être considéré comme résultant de la superposition de signaux sinusoïdaux composants, par application, suivant le cas, des développements en série ou de l'intégrale de Fourier. Et la modulation par le signal peut être considérée comme résultant de l'addition des effets de modulation produits par les composantes sinusoïdales.

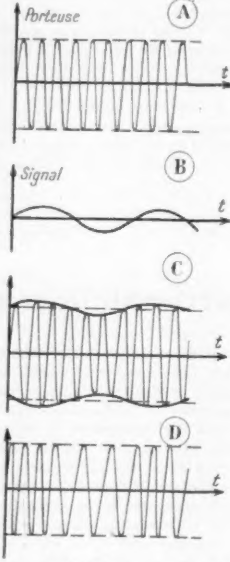


Fig. 1. — *Modulation en amplitude et en fréquence.*
Explications dans le texte.

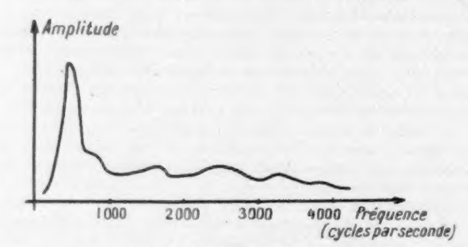


Fig. 2. — *Spectre moyen de la voix humaine.*

L'ensemble des composantes sinusoïdales d'un signal, réparties dans l'échelle des fréquences, constitue son spectre de fréquences.

La figure 2, obtenue en portant en abscisses la valeur de la fréquence et en ordonnées l'amplitude de la composante sinusoïdale, donne l'image du spectre moyen de la voix humaine. L'énergie de la voix est concentrée sur les fréquences inférieures par exemple à 1 500 cycles/seconde : mais les fréquences plus élevées sont nécessaires à une bonne intelligibilité : aussi dans la téléphonie commerciale transmet-on les fréquences comprises entre 300 et 3 400 cycles par seconde.

La figure 3 donne en B l'image du spectre du signal carré représenté en A. Les fréquences du spectre s'étendent théoriquement de la fréquence nulle à des fréquences infiniment grandes mais les amplitudes des composantes sinusoïdales tendent vers zéro quand la fréquence augmente et sont, à partir d'une certaine valeur, négligeables.

Après avoir considéré le spectre de fréquences du signal, il convient de considérer le spectre de l'onde haute fréquence modulée partant de l'émetteur.

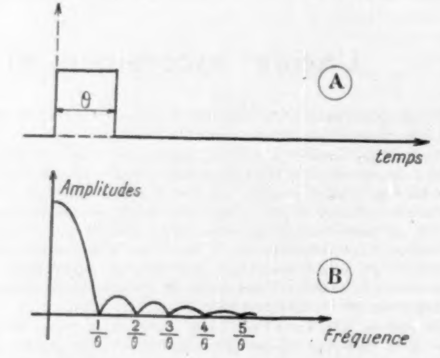


Fig. 3. — *Signal carré* (A) *et spectre correspondant* (B).

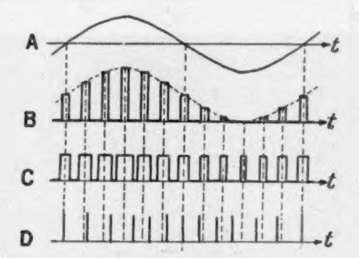


Fig. 4. — *Description d'un signal sinusoïdal par des impulsions successives.*

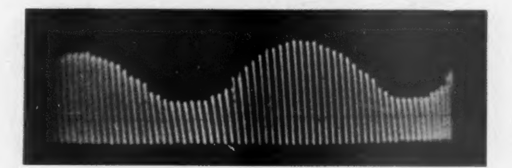


Fig. 5. — *Impulsions modulées en amplitude.*

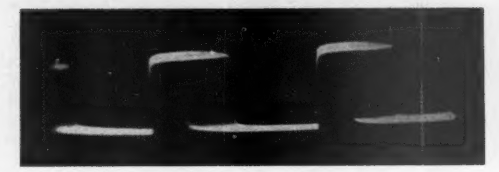


Fig. 6. — *Impulsions modulées en durée.*

Dans le cas de la modulation d'amplitude, le spectre haute fréquence comporte deux bandes latérales, une bande basse et une bande haute, symétriquement placées de part et d'autre de la fréquence porteuse et dont l'enveloppe a la forme de celle du spectre du signal. Si le spectre du signal s'étend jusqu'à la fréquence f, l'encombrement total du spectre de l'onde haute fréquence modulée est égal à $2 f$.

Dans le cas de la modulation de fréquence, le spectre de haute fréquence est également symétrique de part et d'autre de la fréquence porteuse, mais il est plus complexe que dans le cas de la modulation sur l'amplitude. Il est d'autre part, dans les conditions habituelles d'emploi, cinq ou six fois plus large.

Dans le cas de la modulatior de l'amplitude et dans celui de la modulation de fréquence, le signal agit *en permanence* sur la modulation. Ce signal est donc, par des moyens radioélectriques, transmis dans toutes ses variations.

Depuis une quinzaine d'années, on a étudié et mis au point d'autres systèmes de modulation, dits à modulation par impulsions. Dans ces systèmes le signal n'agit plus de façon continue sur l'onde porteuse qu'il module. Il agit de façon discontinue par l'intermédiaire d'impulsions qui sont des émissions de courant de brève durée; cela revient à dire que l'on substitue au signal réel un signal intermédiaire constitué par une succession d'impulsions.

La « description » d'un signal par des impulsions successives peut être faite de différentes façons. Si nous supposons par exemple que ce signal correspond au courant sinusoïdal de la figure 4 A, on peut lui faire correspondre des impulsions successives dont l'amplitude varie, comme sur la figure 4 B suivant la loi sinusoïdale considérée. Mais on peut utiliser aussi des impulsions (fig. 4 C) dont la largeur, en fait la durée, varie autour d'une valeur moyenne; on peut employer également des impulsions (pratiquement très brèves) dont la position varie autour d'une position repère marquée par les pointillés de la figure 4 D. Suivant le procédé employé on dit que l'on a des impulsions modulées en amplitude, modulées en largeur ou en durée, modulées en position.

La figure 5 donne l'image fournie par un oscilloscope d'impulsions modulées en amplitude; la figure 6 celle d'impulsions modulées en durée.

Les deux représentations de la figure 7 nous permettent de montrer ce qui différencie les systèmes utilisant des modulations classiques des systèmes à impulsions. Sur la figure 7 A, qui correspond à la modulation d'amplitude ordinaire, le signal S module directement l'émetteur, une onde haute fréquence modudée va de l'antenne d'émission à l'antenne de réception; le récepteur donne le signal S. La figure 7 B correspond à un système de modulation utilisant des impulsions : le signal S est transformé dans SI en impulsions I (ici modulées en amplitude); ce sont ces impulsions qui modulent l'onde haute fréquence; le récepteur, par détection, restitue les impulsions I et l'organe IS permet, à partir de ces impulsions, la reconstitution du signal.

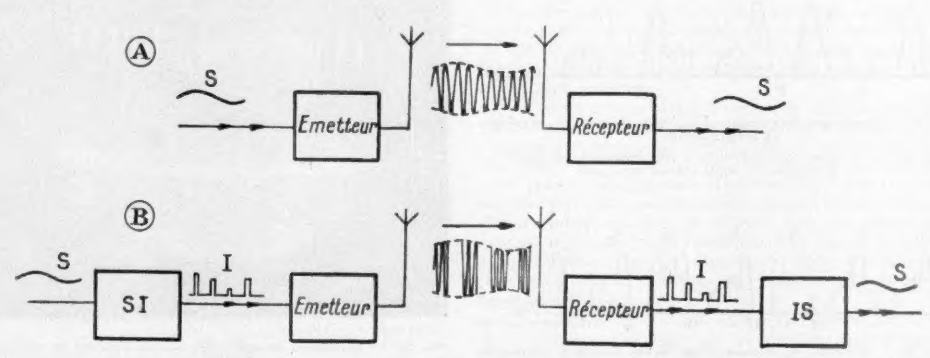


Fig. 7. — *Modulation en amplitude, ordinaire* (A) *et par impulsions* (B).

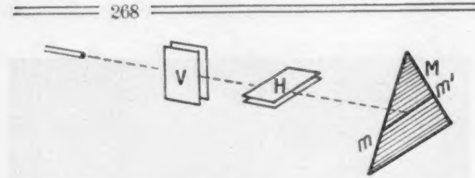


Fig. 8. — *Dispositif pour obtenir des impulsions modulées en durée.*

Fig. 11. — *Impulsions d'une liaison multiplex décalées dans le temps.*

Ce sont donc les éléments SI, transformateur de signal en impulsions, et IS, transformateur d'impulsions en signal, qui constituent, en fait, les éléments originaux dans la modulation par impulsions. L'élément SI peut correspondre suivant le cas à des réalisations techniques très différentes; ainsi le dispositif de la figure 8 permet d'obtenir des impulsions modulées en durée : un pinceau électronique, auquel est imposé un balayage horizontal linéaire, rencontre une mire métallique M et donne une impulsion ayant pour durée celle du trajet *mm'*; cette durée *mm'* varie lorsque le pinceau électronique est déplacé verticalement sous l'influence du signal appliqué aux plaques de déviation H.

Le dispositif IS opère de la façon suivante. Considérons un signal S défini par son spectre de fréquences représenté sur la figure 9 A.

Si nous traduisons ce signal à l'aide d'impulsions modulées en amplitude et de fréquence F de répétition, nous obtenons un spectre de fréquences tel que celui représenté sur la figure 9 B; ce spectre comporte en S les fréquences composant le signal; il comporte d'autre part, de part et d'autre de chacune des fréquences F, 2 F, 3 F..., des fréquences qui reproduisent symétriquement l'image du spectre du signal. Si donc ce spectre 9 B est envoyé dans un filtre de fréquence passe-bas qui élimine les fréquences supérieures à la fréquence Φ il sort de ce filtre le spectre de S, c'est-à-dire le signal S lui-même, ainsi reconstitué.

Dans le cas des impulsions modulées en durée on peut également, à l'aide d'un simple filtre passe-bas, reconstituer le signal à partir des impulsions.

Dans le cas des impulsions modulées en position, le plus souvent employées, cette façon d'opérer par simple filtrage n'est plus possible. On doit donc, dans le récepteur, transformer ces impulsions modulées en position en impulsions modulées en amplitude ou en durée et ensuite utiliser un filtre passe-bas pour reproduire le signal.

Une condition doit cependant être réalisée pour que le filtrage indiqué donne le résultat cherché ; en se reportant à la figure 9 B on voit qu'il faut que la fréquence F de répétition des impulsions soit assez élevée pour qu'il n'y ait pas chevauchement entre le spectre S du signal et la partie du spectre constituant la bande B. S'il s'agit de transmettre la parole humaine, dont le spectre conservé s'étend jusqu'à la fréquence de 3 400 cycles/seconde, il faut que la fréquence de répétition des impulsions soit au moins de 8 000 à 10 000 par seconde.

L'une des particularités des systèmes à impulsions est de permettre d'une façon originale la réalisation de liaisons multiplex.

Depuis longtemps déjà les ingénieurs ont songé à augmenter la capacité des réseaux téléphoniques en envoyant simultanément plusieurs communications sur un même circuit. Mais pour éviter le mélange des différentes voies, leurs différents spectres sont, par mises en œuvre au départ de phénomènes de battements, échelonnés dans la gamme des fréquences, par exemple de 4 kilocycles/seconde en 4 kilocycles/seconde. Le signal envoyé est celui constitué par l'ensemble des spectres S_1,

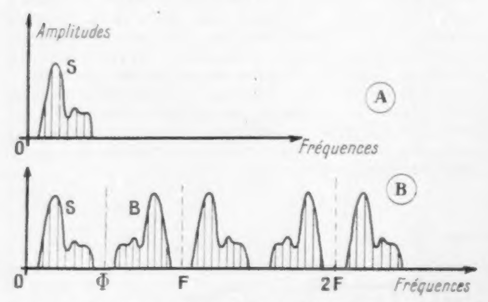


Fig. 9. — *Traduction d'un signal* (A) *à l'aide d'impulsions modulées en amplitude* (B).

Le spectre du signal est accompagné de son symétrique par rapport à la fréquence Φ et de leurs harmoniques.

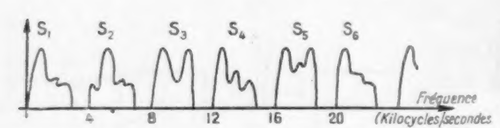


Fig. 10. — *Spectres de signaux d'une liaison multiplex échelonnés de 4 en 4 kilocycles/seconde.*

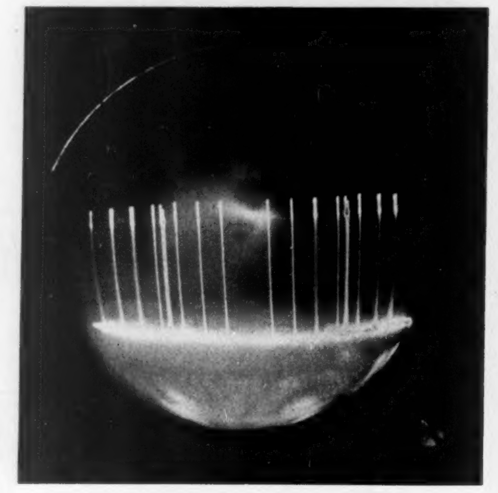


Fig. 12. — *Impulsions de sept voies avec modulation de position.*

Image vue à l'oscillographe.

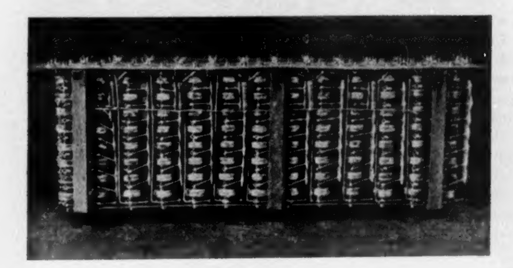


Fig. 13. — *Ligne à retard.*

S_2, S_3 ... (fig. 10). A l'arrivée les spectres S_1, S_2, S_3 ... sont isolés par filtrage électrique et chacun d'eux est ramené à sa place dans l'échelle des fréquences par battement, par une opération inverse de celle qui avait assuré le décalage de départ.

Si le signal complexe correspondant à plusieurs signaux élémentaires est utilisé pour moduler une onde porteuse unique, on obtient une liaison radioélectrique multiplex, à laquelle on donne le plus souvent le nom de câble hertzien.

L'emploi des impulsions a permis de réaliser des liaisons multiplex, dans lesquelles le décalage des voies n'a plus lieu en fréquence, mais a lieu dans le temps, suivant un principe que nous allons indiquer.

Chacune des voies à grouper dans le multiplex est définie par des impulsions, la fréquence de répétition de ces impulsions étant la même pour toutes les voies. Les impulsions de la voie 2 sont décalées en retard par rapport aux impulsions de la voie 1 : les impulsions de la voie 3 sont décalées en retard par rapport aux impulsions de la voie 2 et ainsi de suite. Les impulsions correspondant à l'ensemble des voies sont alors mélangées et le signal intermédiaire résultant, représenté sur la figure 11, sert à moduler la haute fréquence porteuse.

La figure 12 donne l'image, vue à l'oscillographe, d'une succession d'impulsions correspondant à sept voies d'un multiplex dans lequel on utilise le déplacement des impulsions.

A la réception le signal est reconstitué par détection dans son ensemble, et un dispositif d'aiguillage électrique, comportant en général une ligne à retard, envoie les impulsions 1 vers la première voie, les impulsions 2 vers la deuxième voie, et ainsi de suite. La figure 13 donne l'image d'une ligne à retard.

Pour qu'il ne puisse pas y avoir erreur d'aiguillage, un synchronisme doit être établi entre l'émission et la réception; il est réalisé à l'aide d'impulsions, différentes des impulsions de voie.

Ainsi quand on passe d'une émission à une voie à une émission multiplex à n voies, le nombre des impulsions est multiplié par $(n + 1)$ car il faut tenir compte des impulsions de synchronisme. Par exemple, pour un système à 8 voies, 10 000 impulsions par seconde étant nécessaires pour une voie, on enverra 90 000 impulsions par seconde. Deux impulsions successives seront ainsi distantes de 11,1 microsecondes.

Les impulsions modulées en amplitude ou en largeur ont des durées de quelques microsecondes, les impulsions modulées en position des durées de quelques dixièmes de microseconde.

Ce sont des durées d'impulsions analogues à celles utilisées pour produire les « tops » très brefs envoyés vers l'obstacle dans les dispositifs de radar. Compte tenu du fait que les impulsions n'ont pas exactement une forme rectangulaire mais une

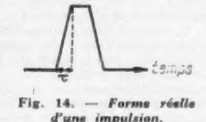


Fig. 14. — *Forme réelle d'une impulsion.*

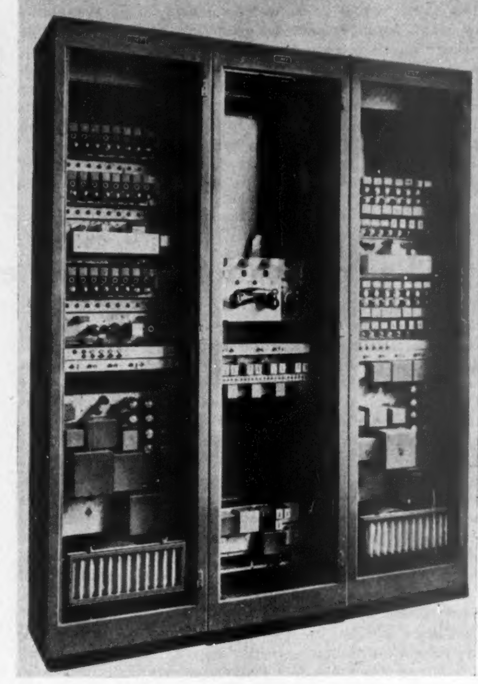


Fig. 15. — *Installations terminales d'un multiplex à 23 voies.*

forme qu'on représenterait plus correctement par un trapèze comme sur la figure 14, elles ont un spectre de fréquence d'autant plus large que le temps d'établissement τ est plus court et qui, pratiquement, est large de quelques mégacycles/seconde.

Des types de modulation par impulsions, c'est celui dans lequel on emploie des impulsions modulées en position qui est le plus employé, malgré l'inconvénient qu'il présente de ne pas permettre, par simple filtrage, la reproduction du signal. Ce système a, en effet, l'avantage d'assurer en cours de transmission la meilleure défense contre les bruits parasites capables de déformer le signal.

Nous avons d'autre part déjà remarqué qu'à la modulation par impulsions correspondent des spectres de fréquences de plusieurs mégacycles/seconde, comme cela se produit en télévision. Cela a pour conséquence que la fréquence de l'onde porteuse doit être une fréquence relativement élevée de la gamme radioélectrique, correspondant à des longueurs d'ondes ne dépassant pas quelques mètres. Si en effet, dans une transmission radioélectrique quelconque, nous désignons par ΔF la largeur du spectre haute fréquence à transmettre et par F la fréquence porteuse, le rapport $\Delta F/F$ ne doit pas descendre au-dessous d'une certaine valeur.

Nous avons été amené à indiquer que l'on pouvait réaliser des câbles hertziens, c'est-à-dire des transmissions radioélectriques à voies multiples, soit en décalant les voies dans l'échelle des fréquences à l'aide des systèmes de modulation ordinaire, soit

en utilisant des impulsions comme signal intermédiaire et en décalant les différentes voies dans le temps.

Dans l'état actuel de la technique l'emploi de systèmes à impulsions semble commode quand il s'agit de faisceaux hertziens à petit nombre de voies, ne dépassant pas par exemple 24. Une liaison à impulsions, installée par l'Administration des P.T.T., fonctionne depuis plus d'un an entre Le Havre et Deauville; un réseau utilisant le même système est actuellement construit en Grèce par l'industrie française et la figure 15 représente l'une des installations terminales correspondantes.

Pour les câbles hertziens de grande capacité le signal constitué par décalage en fréquence de voies module en fréquence l'onde porteuse. Un câble hertzien de 60 voies, sur longueur d'onde voisine de 1 m, fonctionne entre Paris et Strasbourg. Un câble hertzien à 240 voies, ayant une longueur d'onde de 8 cm, est en cours d'installation entre Paris et Lille; sur le même trajet un autre est réalisé pour la télévision.

L'utilisation des systèmes à impulsions a conduit à mettre sur pied une nouvelle technique dont les formes sont multiples et se diversifient chaque jour. Un compartiment nouveau a été ainsi apporté au domaine des télécommunications qui absorbe l'activité d'un nombre toujours croissant d'ingénieurs et de techniciens.

R. Rigal.

La navigation fluviale entre Paris et le Rhône

Se penchera-t-on un jour sur le problème des relations fluviales entre le Nord et le Midi de la France, c'est-à-dire essentiellement entre Paris et le couloir Saône-Rhône ? Il le faudra bien, quand l'aménagement du Rhône sera avancé, sous peine de voir le goulot d'étranglement bourguignon empêcher tout trafic sérieux entre les deux moitiés de la France, comme l'avait déjà signalé Vauban dans un mémoire au Roi daté de 1696.

Les canaux de la région du Centre ont en effet été construits aux XVIIIe et XIXe siècles. C'est dire qu'ils ne sont plus adaptés aux exigences de la batellerie moderne. Certains ouvrages demanderaient une réfection complète, tel ce barrage régulateur de Courlon, sur l'Yonne, entre Montereau et Sens, qui a été emporté en partie le 19 mai dernier, interrompant la navigation. Quelques jours plus tôt, le lit en ciment du canal latéral à la Loire s'était effondré sur une longueur de 400 m, près de Briare.

A l'heure actuelle, on dispose, en partant de la Saône, de trois voies d'eau, toutes trois insuffisantes. Au nord : le canal de la Marne à la Saône, par Langres, inauguré en 1904, comportant 114 écluses; au sud, le canal du Centre, par la dépression de la Dheune-Bourbince, construit sous Louis XVI, mis en eau en 1793, qui aboutit à la Loire et permet de gagner la Seine, soit par le canal latéral et le Loing, soit par le vétuste canal du Nivernais; mais, dans les deux cas, il oblige à un long détour, et comprend, au surplus, 68 écluses.

Reste enfin le canal de Bourgogne, entre les deux précédents, reliant l'Ouche à l'Armançon. Commencé en 1784, achevé en 1832, il a suscité de grands espoirs; il s'en faut cependant, malgré les travaux de réfection entrepris entre les deux guerres, qu'il soit devenu la grande voie d'eau Le Havre-Marseille que d'aucuns espéraient : 113 écluses sur le versant nord, 76 au sud, biefs trop courts, profondeur insuffisante (1,70 m), section trop faible du souterrain de Pouilly.

La transformation du Rhône obligera à aménager « l'isthme français ». N'est-il pas significatif qu'une de nos plus grandes compagnies de batellerie ait pris, dès 1893, le nom de H.P.L.M. (Le Havre-Paris-Lyon-Marseille) ?

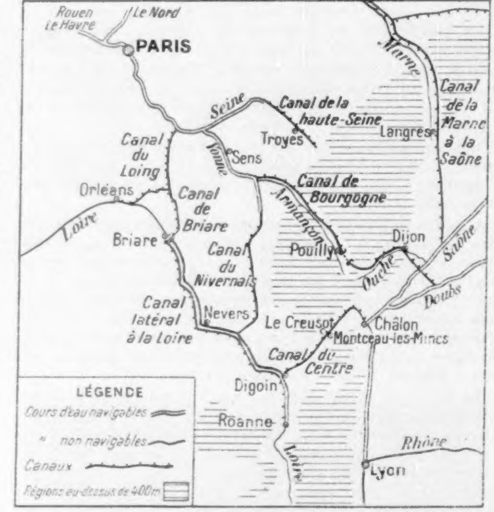


Fig. 1. — *Voies d'eau entre Paris et le Rhône.*

P. W.

Une centrale thermique à vapeur de mercure

On sait que le rendement idéal maximum d'une machine thermique transformant l'énergie calorifique en travail est d'autant plus élevé que l'écart de température entre les sources thermiques est plus considérable. Ceci explique l'intérêt suscité par les machines à vapeur de mercure.

Après des études théoriques et des essais poursuivis pendant plusieurs années, les machines à vapeur à double fluide, eau et mercure, entrent dans la phase des réalisations. Une centrale de 40 000 kW de ce type a été mise en service aux États-Unis à Portsmouth dans le New-Hampshire.

Son fonctionnement est le suivant. Une chaudière tubulaire produit de la vapeur de mercure. Celle-ci actionne deux turbines et est évacuée dans un condenseur. Le mercure liquide retourne à la chaudière. Le condenseur agit comme chaudière et la chaleur abandonnée par la condensation de la vapeur de mercure produit de la vapeur d'eau. Celle-ci est surchauffée par les gaz de la chaudière à combustible et alimente une turbine. Elle est dirigée à sa sortie vers un condenseur ordinaire et rentre dans le circuit par une pompe d'alimentation.

La chaudière à combustible peut consommer du mazout ou du charbon pulvérisé. On estime que les consommations seront de l'ordre de 4 300 grandes calories par kilowatt-heure avec le mazout et 4 355 avec le charbon.

Dans cette centrale, les deux groupes fonctionnent avec les vannes d'admission ouvertes. Les variations de puissance sont réglées en agissant sur le débit du combustible brûlé.

L'hippopotame dans la nature

Deux intéressants ouvrages viennent d'être publiés par l'Institut des parcs nationaux du Congo belge (1); sous des titres différents, ils traitent de questions très voisines. Nous ne discuterons pas de la propriété des termes, éthologie ou psychologie animale qui ne dépend que de la position philosophique des auteurs et qui pourrait nous entraîner loin de ce qui fait le grand mérite de ces travaux : l'observation attentive, sur le terrain, dans la nature, du comportement de gros animaux que l'on a rarement l'occasion de rencontrer en dehors des jardins zoologiques et qu'on a le plus souvent tués dans la forêt ou la savane sans les regarder vivre de plus près.

On sait que le Congo belge, riche de ressources de toutes sortes, a l'un des tout premiers créé des réserves immenses, tel le Parc National Albert, où sol, végétation, faune sont préservés des ravages de l'homme, des défrichements, de la chasse et même des déprédations des indigènes. Ce sont de grands espaces où la vie animale est libre, sans contraintes autres que celles du milieu et de la lutte pour la vie entre espèces; ce ne sont certes pas des paradis terrestres mais des zones sauvages où l'homme s'applique à ne pas intervenir. L'Institut des parcs nationaux de Bruxelles y entretient un personnel de surveillance stricte et y envoie des missions scientifiques de plus en plus nombreuses pour découvrir et définir le milieu tropical, inventorier flore et faune, étudier les comportements non seulement des végétaux de valeur économique, des parasites pathogènes, des animaux domestiques ou dangereux, mais encore ceux de toutes les espèces vivantes, y compris des indigènes aussi primitifs que les Pygmées.

Joints aux recherches parallèles des Français et des Anglais dans les régions équatoriales voisines, ces efforts commencent à porter leurs fruits. Notamment, ils révèlent des modes de vie, des réactions des grosses bêtes, des mammifères insoupçonnées jusqu'ici. Il serait peut-être prématuré d'en dégager les grandes lignes et nous préférons pour le moment nous borner à un exemple typique : la vie des hippopotames telle que l'ont notée M. Verheyen et M. Hedinger dans des parcs différents.

Les hippopotames se rencontrent dans la savane herbeuse et boisée et dans la forêt xérophile parsemée de broussailles, toujours au voisinage de l'eau : étangs, lacs, rivières aux rives basses et ombragées; le fond doit en être peu vaseux, formé surtout de sable, de gravier ou de roche; certaines parties doivent être assez peu profondes pour que l'animal s'y repose couché, la tête hors de l'eau. Lorsqu'à la saison sèche, l'eau manque parfois, hippopotames et aussi crocodiles se déplacent vers d'autres points d'eau et reviennent à leur gîte au moment des pluies. Ils s'y tiennent en groupes, chaque individu ayant sa place, son gîte, son abri. Certains secteurs groupent surtout des jeunes qui s'y tiennent toute l'année; d'autres réunissent un temps les mères et leurs jeunes; d'autres encore les mâles qui les défendent jalousement. Chaque secteur aquatique se continue à terre par une piste, une passée qui se divise et s'étend sur un territoire bien plus vaste (fig. 1) où le mâle ne tolère que sa femelle au moment de la reproduction.

La possession des femelles provoque des arrivées de mâles qui se manifestent individuellement à celui en place par un large bâillement découvrant leurs dents, acte d'intimidation qui, s'il ne suffit pas, est suivi d'une brusque et courte charge; si l'adversaire ne fuit pas, s'il baisse la tête, le combat s'engage, chacun des adversaires attaquant gueule ouverte et cherchant à sectionner les carotides de l'autre au moyen de ses défenses; ces combats se livrent à terre comme dans l'eau. Avant la mise-bas, la femelle, accompagnée d'un ou deux jeunes des portées précédentes, retourne à son secteur et s'installe à sec, à l'abri de la forêt où elle nivelle le sol et arrache la végétation, au bord de la passée vers la rivière. La mise-bas a lieu en février-mars; le nouveau-né reste dès les premiers jours au nid, tandis que sa mère se tient dans l'eau au voisinage, prête à intervenir; le petit va à la rivière pour têter en plongée et retourne à terre se reposer, puis il va se baigner auprès de sa mère aux endroits peu profonds. Il est parfois victime des crocodiles dans l'eau ou des lions sur terre, bien que la mère engage le combat. On a cité des cas de jeunes tués par leur père.

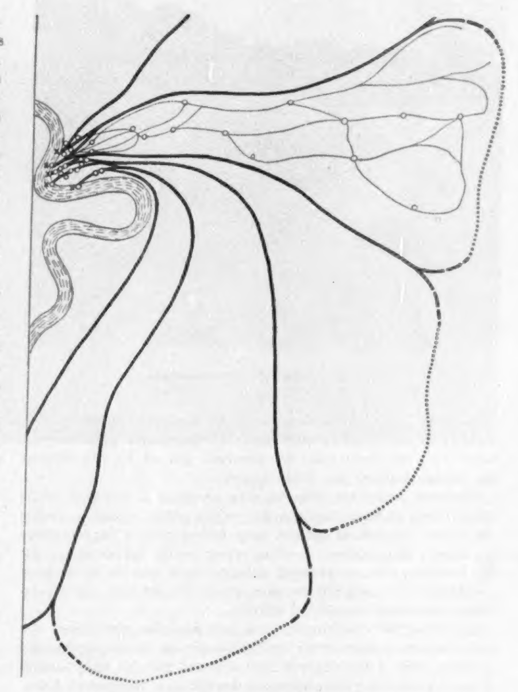


Fig. 1. — *Territoires contigus d'hippopotames.*
En traits épais, les limites ; en traits fins, les passées ; en O, lieux de marquage par défécations ; en ×, abris dans la rivière.

La vie des hippopotames est réglée avec précision : ils se reposent dans l'eau douze heures par jour, de l'aube au crépuscule, exactement de 6 à 18 heures; tout au plus viennent-ils parfois prendre un bain de soleil sur une plage. Ils deviennent actifs la nuit et circulent alors à terre jusqu'au matin, en quête de nourriture. Leur régime se compose de graminées, d'herbes aquatiques, de feuilles et de branchettes d'arbustes. Ce rythme de vie pourrait être expliqué par deux raisons : l'animal a la peau épaisse, il ne peut abaisser sa température ni par transpiration ni par évaporation buccale; il lui faut donc passer la journée à l'ombre et au frais; les glossines ou tsétsés volent

1. R. Verheyen. *Contribution à l'étude éthologique des Mammifères du Parc national de l'Upemba.* 1 vol. in-8°, 161 p., 20 pl.
H. Hedinger. *Observations sur la psychologie animale dans les parcs nationaux du Congo belge.* 1 vol. in-8°, 194 p., 69 fig.
Institut des parcs nationaux du Congo belge, Bruxelles, 1951.
Les figures illustrant cet article proviennent du mémoire de M. Hedinger. Nous les devons à l'obligeance de l'Institut des parcs nationaux du Congo belge que nous sommes heureux de remercier.



Fig. 2. — *Passées d'hippopotame.*

et piquent toute la journée et ne se tiennent inertes que la nuit et au petit jour; elles sont si redoutables pour tout le bétail que survivent seuls les animaux qui ne les rencontrent pas ou ne risquent pas d'être piqués.

Quelques individus peuvent être observés à terre en plein soleil, mais ce sont toujours des sujets petits, maigres, griffés ou blessés, cherchant pâture; trop faibles pour s'imposer dans la société déjà dense, « d'un rang social inférieur », dit M. Hedinger, ils ne peuvent subsister que loin de la menace constante des compagnons plus puissants de leur espèce, en dehors du temps normal d'activité.

La notion de « territoire » est une des plus récentes et des plus curieuses découvertes de l'éthologie ou de la psychologie animale. Elle a été dégagée tout d'abord par les observateurs d'oiseaux qui ont vu, notamment des Rapaces, occuper et défendre un territoire de chasse par un couple qui se l'est réservé. M. Hedinger, qui veut philosopher, parle du territoire comme d'un espace individuel d'habitation, d'une « propriété foncière » appartenant à un couple ou à un troupeau, délimité, « marqué », défendu. C'est d'ailleurs, d'après lui, un domaine subjectif et non le milieu physique que nous voyons, chaque espèce considérant l'espace, le monde, sous un jour particulier, selon ses besoins, ses sens, ses instincts.

Il n'en est pas moins vrai que l'hippopotame fournit un des plus beaux exemples de « territoire ». L'animal a un domicile, un abri dans l'eau, une place sur la berge; il y passe les journées entières, la moitié de sa vie. Mais c'est une très grosse bête, pesant plusieurs tonnes, et il lui faut manger en conséquence. Les gîtes peuvent être groupés, proches, sur une rive et dans le lit d'une pièce d'eau; mais l'eau ne nourrit pas et n'est guère fertile; le jardin, le garde-manger doit être très étendu, sur plusieurs kilomètres, 5 ou 10 peut-être. Une piste va y conduire, qui se ramifiera, formera un lacis, un réseau de passées atteignant les herbes et les arbres. Le territoire d'un groupe aura par exemple la forme en poire représentée sur la figure 1. Ces chemins sont aisément reconnaissables; ils ont partout 60 cm de large; le milieu, moins piétiné garde quelques touffes de gazon (fig. 2); ils serpentent dans la brousse, parfois approfondis en chemins creux quand la pente du terrain devient trop forte; ils doivent être permanents et servir pendant des années et des dizaines d'années.

Il reste à marquer la « propriété » du territoire. Ce ne sont pas des bornes qui servent, mais un singulier moyen, commun aux rhinocéros, aux hyènes, à certaines antilopes, à divers oiseaux, un jalonnement épars par des excréments et de l'urine de toute la surface revendiquée par un mâle pour lui et sa famille. Le marquage commence sur la berge et continue de buisson en buisson jusqu'à la limite de parcours. C'est le mâle qui pratique cette défécation spéciale et odorante. Pour cela, les excréments sont dispersés à la sortie de l'anus par des mouvements giratoires de la queue, un puissant jet d'urine tombe sur la queue qui le projette en tournant comme une hélice. Les marques odorantes sont très nombreuses au bord de l'eau où les animaux passent chaque jour; elles sont de plus en plus espacées à mesure qu'on approche des frontières. Elles sont toutes placées en des endroits très visibles : buissons bas et isolés, arbrisseau, bosse de gazon au milieu d'une terre nue (fig. 3). Les femelles et les jeunes ne dispersent pas leurs excréments. M. Hedinger a assisté plusieurs fois à des scènes de marquage devant un intrus qui ne tardait pas à s'éloigner. La propriété de l'hippopotame ne vaut que pour les individus de son espèce; il ne la revendique que contre eux; par contre il laisse circuler sur sa « terre » buffles et éléphants et voit même sans s'inquiéter ces derniers venir se baigner auprès de lui.

Les rapports des hippopotames entre eux montrent une certaine sociabilité, instable et limitée notamment par les instincts sexuels comme chez beaucoup d'autres animaux, et aussi un sentiment de propriété, de possession des réserves de nourriture plus que du sol même, autre défense vitale, tous deux appuyés sur une hiérarchie d'âge et de puissance. Si l'on transpose ces faits dans le domaine de la sociologie comparée, on pourrait soutenir que l'hippopotame est individualiste, tout au plus soucieux, par moments de sa descendance, mais sans esprit grégaire, sans communisme, et on en tirerait tous les commentaires qu'on voudrait sur l'artifice ou le progrès de l'homme qui vit en société et y pratique l'amour de son prochain.

Pour rester sur le terrain plus solide de l'éthologie, disons que M. Hedinger a aussi observé les relations des hippopotames avec l'homme et diverses espèces animales qu'il rencontre.

L'homme est pour tous les animaux sauvages un intrus, un danger, un ennemi. On le redoute et dès qu'on l'aperçoit on prend la fuite, sans l'attaquer. Il est exceptionnel qu'une bête charge; il faut qu'elle soit particulièrement effrayée, ou affamée, ou inquiète pour sa famille toute proche, ou encore qu'elle soit blessée, irritée par sa douleur. Sur la route parcourue en automobile, plusieurs fois des hippopotames qui s'y trouvaient ont pris la fuite à une distance de 30 à 40 m. Beaucoup d'espèces utilisent pour leurs déplacements la route faite par l'homme; l'hippopotame agit ainsi; par contre d'autres,



Fig. 3. — *Endroit typique de marquage dans un territoire d'hippopotame.*
Le buisson est éclaboussé d'excréments et d'urine.

Fig. 4. — *Dans la rivière.*
L'un des hippopotames bâille, signe de colère et moyen d'intimidation.



que M. Hedinger nomme « technophobes », répugnent à s'engager sur cette passée artificielle trop large et ne font tout au plus que la traverser. Sur la route, l'automobile est probablement considérée comme un être vivant ou un homme; ou bien elle fait peur et provoque la fuite, ou bien elle n'attire pas l'intérêt, ou bien elle suscite une réaction de combat, allant parfois jusqu'à la charge et à l'attaque; on a vu des hippopotames réagir violemment et même endommager une voiture.

Dans l'eau, l'hippopotame est redoutable; il ne fuit pas. Certes, il esquive, en plongeant, un bateau qui approche, mais il lui arrive de remonter sous le canot et de le faire chavirer; bien plus il peut attaquer et blesser grièvement les hommes ainsi tombés à l'eau. Dérangé dans son abri, il manifeste son mécontentement par des baillements montrant ses défenses (fig. 4), par des mugissements et des grognements, par son dressement sur les pattes de derrière, par des éjections d'eau bruyantes et puissantes, et aussi parfois par une rapide et inquiétante plongée en direction de l'importun.

Toute l'Afrique connaît les garde-bœufs ou pique-bœufs (*Bubulcus ibis*) qu'on aperçoit perchés sur le dos des éléphants, des buffles, des rhinocéros, des girafes, des antilopes, et aussi des hippopotames. Ces oiseaux passent la journée, juchés sur le gros gibier ou voletant autour; le soir, ils le quittent pour rejoindre l'arbre-perchoir collectif où ils dorment la nuit. Ils sont parfaitement supportés par leurs hôtes dont ils picorent la peau, la nettoyant, arrachant les tiques dont ils se nourrissent. M. Hedinger a vu également sur le dos d'hippopotames des oies du Nil (*Alopochen ægypticus*) et une Ombrette (*Scopus umbretta*) se tenant comme sur un rocher sans paître.



Fig. 5. — *Un poisson dorumbia* (Labeo velifer) *capturé par un indigène.*
Ce poisson broute et nettoie la peau des hippopotames.

Dans les eaux, les hippopotames rencontrent d'autres animaux aquatiques, notamment des sauriens et des poissons. Des sauriens, deux espèces sont communes, le crocodile du Nil (*Crocodylus niloticus*) et le crocodile à museau de gavial (*C. cataphractus*); le second est piscivore, il est supporté ou chassé par le premier; celui-ci s'attaque à toutes les proies, même aux grands mammifères et à l'homme qu'il happe, entraîne au fond, noie et dépèce. Le crocodile du Nil est redoutable pour les jeunes hippopotames, mais il ne peut se maintenir parmi les groupements denses d'adultes ; il a besoin d'une plage déserte pour déposer ses œufs, les surveiller et nourrir ses jeunes à l'éclosion; le piétinement continu des pachydermes l'élimine ou le fait fuir, peut-être même est-il expulsé plus activement. Il ne faut pas oublier qu'en 1947, Hubert a compté dans une rivière voisine du lac Edouard 3 000 hippopotames sur 50 km; le commandant van Cools a vu dans la même région un animal sur chaque décamètre de rivage et M. Hedinger, sans bouger de place, a dénombré 81 individus. Les crocodiles ne peuvent cohabiter dans de telles agglomérations.

Les eaux des lacs, des étangs, des rivières tropicales sont le domaine de nombreux poissons. Parmi eux il en est un, d'environ 50 cm de long, de couleur foncée, ressemblant à une carpe, que les indigènes nomment « dorumbia » et les zoologistes *Labeo velifer* (fig. 5). M. Verheyen et M. Hedinger l'ont tous deux vu en nombre autour d'hippopotames ou même posé sur leur dos. M. Verheyen croit qu'il vient recueillir les déjections, M. Hedinger les algues et les parasites fixés sur la peau; tous deux l'ont vu brouter jusqu'entre les yeux et les narines du mammifère sans être repoussé. En Afrique du Sud, Stevenson-Hamilton a observé d'autres petits poissons attachés par succion à l'épiderme des hippopotames; sans avoir pu en capturer, il les suppose occupés à nettoyer leur hôte de ses parasites externes et celui-ci semble se complaire à leurs attentions.

Voilà quelques-unes des observations récentes que nous vaut l'exploration biologique des parcs nationaux du Congo belge. Telles quelles, sans même y ajouter de considérations psychologiques ou sociologiques, elles ajoutent de curieux faits à notre connaissance du monde animal, de l'éthologie, de l'association et de l'équilibre des espèces dans un même milieu. A ce titre, il nous a paru intéressant d'en recueillir le récit dans les derniers mémoires parus sur la vie entre les tropiques.

René Merle.

A PROPOS DES « GALLUPS »

Tout le monde a entendu parler des « enquêtes par sondage », familièrement désignées dans notre pays sous le nom de « gallups », du nom de l'un des trois grands instituts qui appliquent cette méthode aux États-Unis. En France, des organismes privés se sont spécialisés dans ces recherches; des journaux cherchent à recueillir l' « opinion moyenne » de leurs lecteurs sur telle ou telle question, en les invitant à leur retourner un bulletin, découpé dans le journal et dûment rempli.

Quelle est la base scientifique, la validité pratique de ces sondages ? Peut-on admettre, comme l'ont publié maints journaux, qu'un gallup portant sur 3 000 personnes questionnées puisse fournir avec une précision suffisante l'opinion moyenne de la population française ?

Une mise au point, fortement documentée, a été publiée à ce sujet par l'inspecteur général Chevry, de l'Institut national de la statistique et des études économiques. Nous en extrayons les quelques données ci-après [1].

Obligation de « limiter » le sondage

Les enquêtes statistiques complètes sont très coûteuses et longues à dépouiller lorsqu'elles doivent porter sur une population nombreuse. La technique moderne des sondages a précisément pour objet d'obtenir rapidement et à moindres frais une estimation de la « fréquence moyenne » d'un caractère ou d'une opinion dans cette population tout entière, en interrogeant seulement un « échantillon » de personnes convenablement choisies.

Certains journaux croient utiliser cette méthode lorsqu'ils demandent à leurs lecteurs de répondre bénévolement à une question. Pour justifier cette initiative, ils déclarent que l'on peut se contenter de questionner 3 000 personnes pour obtenir l'opinion moyenne de la population à 3 pour 100 près. Ceci n'est ni tout à fait exact, ni tout à fait faux.

« Écart-type » sur la probabilité

Considérons une population de N personnes et supposons qu'il existe un caractère distinctif ou une opinion qui se présente dans cette population avec une fréquence ou probabilité p. Ceci veut dire que, dans l'ensemble de la population, le caractère en question sera présenté, ou l'opinion professée, par N' personnes, avec $\frac{N'}{N} = p$.

Si l'on interroge seulement un échantillon de n personnes choisies au hasard, on trouvera une probabilité expérimentale p', qui sera différente de p. Toutefois la *valeur probable* de p' est égale à p, et les probabilités expérimentales p', que l'on pourrait trouver au cours de divers sondages, se distribuent autour de p conformément à la loi de Laplace-Gauss, avec un « écart-type » égal à $\sqrt{\frac{pq}{n}}$. Dans cette formule, $q = 1 - p$; elle est valable pourvu que p soit compris entre 0,05 et 0,95.

Or, la distribution de Laplace-Gauss est telle qu'il y a 95 chances sur 100 pour que la probabilité p', obtenue à l'aide de l'échantillon, ne s'écarte pas de la valeur « vraie » p de plus de deux *écarts-types*, soit $2\sqrt{\frac{pq}{n}}$, dans un sens ou dans l'autre.

Il en résulte que si l'on fixe sur p une erreur absolue ε, que l'on veut avoir 80 chances sur 100 de ne pas dépasser, le nombre de personnes à interroger est donné par l'équation :

$$2\sqrt{\frac{pq}{n}} = \varepsilon; \qquad \text{d'où} \qquad n = \frac{4pq}{\varepsilon^2}$$

On voit donc tout d'abord que l'erreur à laquelle on s'expose, soit ε, varie comme l'inverse de la racine carrée du nombre n de personnes interrogées. Mais on constate aussi que cet effectif n de l' « échantillon » dépend également du produit pq qui s'annule pour $p = 0$ et $p = 1$, et qui passe par un maximum pour $p = q = 1/2$.

D'autre part, il arrive souvent que l'erreur envisagée ε soit exprimée en valeur relative, en pourcentage de p, soit $\varepsilon = \lambda p$.

On a alors : $$n = \frac{4pq}{\lambda^2 p^2} = \frac{4q}{\lambda^2 p}.$$

Sous cette forme, on voit que n dépend de $\frac{q}{p}$. Or, $\frac{q}{p}$ tend vers l'infini lorsque p devient très petit, et tend vers zéro lorsque p approche de 1; en sorte que, pour une erreur ε admise à l'avance, le nombre des personnes à interroger varie dans de larges limites suivant la valeur de p.

Si nous avions l'idée (saugrenue) de demander aux personnes questionnées : « êtes-vous homme ou femme ? » nous aurions sensiblement : $p = q = 1/2$ et $\lambda = 0{,}0365$. La formule précédente conduit alors à $n = 3\,000$, ce qui justifie à peu près l'affirmation des journaux.

Mais avec $p = 1/10$, donc $q = 9/10$, on est conduit à $n = 27\,000$. Il faudrait donc interroger au moins 27 000 personnes; et il semble en effet assez naturel que si l'on recherche, dans une population, la fréquence d'un caractère relativement rare, il faille examiner un plus grand nombre de personnes que pour un caractère abondamment représenté.

En définitive : 1° il est exact de dire que les erreurs auxquelles on s'expose avec une probabilité fixée à l'avance varient comme l'inverse de la racine carrée du nombre des personnes interrogées; 2° mais les journaux se trompent en croyant qu'un sondage sur 3 000 personnes fournit dans tous les cas un résultat satisfaisant. Tout dépend de la valeur de la fréquence p que l'on veut estimer. La probabilité de ne pas dépasser une erreur relative déterminée étant fixée, le nombre des personnes à interroger sera d'autant plus grand que p sera plus petit.

La méthode de « réponse au journal »

Les calculs ci-dessus supposent que p est connu à l'avance. Or, dans la pratique, il n'en est généralement rien, puisque c'est précisément la quantité recherchée. Il en résulte qu'il est impossible de calculer à l'avance le nombre n des personnes qui doivent être interrogées, à moins qu'une valeur approchée de p n'ait été fournie par une enquête précédente, ou que diverses considérations humaines conduisent à supposer que p doit être compris entre certaines limites.

De même, la précision du résultat obtenu ne peut être calculée qu'après exécution de l'enquête.

Il est important de remarquer que ces principes simples s'appliquent uniquement aux *sondages probabilistes*, c'est-à-dire aux enquêtes portant sur un échantillon de personnes choisies absolument au hasard dans la population envisagée. Une telle condition est absolument essentielle.

Il tombe sous le sens que les enquêtes auxquelles se livrent les journaux auprès de leurs lecteurs ne satisfont point à cette condition. Les personnes qui y répondent ne sont pas, en effet, choisies au hasard dans l'ensemble de la population française,

1. *Bulletin de la Société des Amis de l'École Polytechnique.* Thionet, *Méthode statistique moderne des Administrations fédérales aux États-Unis* (Hermann) ; brochure publiée par l'Institut National de la Statistique : *La Méthode des sondages.*

mais font l'objet d'une double sélection préalable : celle de lire le journal en question, et celle de répondre volontairement à l'enquête. Rien n'autorise à penser que l'opinion moyenne des personnes qui ne répondent pas, pour diverses raisons, est identique à celle des personnes qui ont rempli et renvoyé le bulletin.

Dans la pratique, il y aurait lieu de souligner également le danger des questions trop générales, qui sont mal comprises ou qui n'appellent que des réponses de pure forme et ne dévoilent pas les opinions profondes. Par ailleurs, surtout en France, les réponses à de telles enquêtes ne sont jamais absolument sincères. Il est assez différent d'interroger les gens sur leur opinion actuelle ou sur leur intention, en vue d'établir un pronostic, car peu de personnes sont capables de déclarer à l'avance ce qu'elles feront. Enfin, en matière d'opinion, il est possible que la publication des résultats d'une enquête exerce une influence non négligeable sur l'opinion des hésitants, que ces résultats conduisent à réviser leur position.

L'échec retentissant qu'ont connu les trois instituts américains, Gallup, Crosley et Roper, en prédisant, avant l'élection présidentielle de 1948, l'échec du président Truman, montre qu'il est hasardeux de demander à la méthode des sondages de résoudre un problème de majorité lorsque les deux parties en présence sont presque à égalité. C'est ce dont le lecteur se convaincra aisément par lui-même en donnant à λ une valeur très faible dans les formules ci-dessus.

PIERRE DEVAUX.

L'industrialisation de l'Afrique noire française

Au moment où s'élaborent des projets de mise en valeur du continent noir, signalons les importantes possibilités que celui-ci possède en houille blanche : 36 pour 100 des réserves mondiales.

Grâce aux pluies abondantes qui arrosent les reliefs côtiers, notamment le Fouta-Djalon, le Cameroun et les monts de Cristal (de 2 à 5 m d'eau par an), on peut, même en A. O. F. où la saison sèche est un inconvénient, songer à de grands travaux hydroélectriques. Actuellement par exemple, à part l'ouvrage d'irrigation de Sansanding, il n'existe en A. O. F. que la centrale de Kayes, sur le Sénégal, aux chutes Félou. Le courant est presque uniquement produit par des usines thermiques brûlant du charbon importé (environ 7 500 kW de puissance totale installée).

Un barrage-réservoir de 5 milliards de mètres cubes est envisagé sur le haut Niger, près de Kankan ; il présenterait un intérêt également pour l'irrigation. En Côte d'Ivoire, l'énergie nécessaire au port moderne d'Abidjan peut être fournie par des chutes voisines de la côte. En A. E. F., près de 4 millions de ch seraient utilisables dans le seul bassin de l'Ogôoué. Ainsi serait disponible une force motrice indispensable pour développer l'œuvre d'industrialisation amorcée pendant et depuis la guerre : huileries, usines de conserves de poissons, cimenteries, industries portuaires... Surtout une industrie métallurgique pourrait se constituer en Guinée française, où existent près de Konakry de riches réserves de fer à haute teneur, et dans les Iles de Los, à peine au large, des gisements de bauxite. La première installation doit fonctionner pour traiter le minerai de fer en novembre 1952 ; on escompte pour 1955 une capacité de traitement de 3 millions de tonnes par an.

Enfin, un grandiose projet franco-belge prévoit l'utilisation des chutes et rapides du Congo inférieur, entre le Stanley-Pool et la mer (différence de niveau : 300 m sur 300 km, avec un débit moyen de 50 000 m³/s). On pourrait ainsi produire annuellement 5 à 6 milliards de kWh.

En ce moment, les Anglais construisent le barrage d'Owen Falls, à la sortie du Nil, hors du lac Victoria ; les 70 000 kW serviront à fournir l'énergie nécessaire à l'extraction et à la transformation du cuivre de l'Ouganda, ainsi qu'au développement de l'industrie cotonnière. Il importe que nos possessions de l'A. O. F. et de l'A. E. F. ne soient pas délaissées ; elles peuvent former un jour une pièce maîtresse de l'Union française.

Les ferrites en électronique

Les ferrites sont des corps ferromagnétiques répondant à la formule générale Fe_2O_3, MO dans laquelle M est un métal bivalent, tel que Cu, Mg, Zn, Ag, Pb, Ni, etc. Ils sont ferromagnétiques, non métalliques et diélectriques (à l'exception du ferrite de zinc qui est paramagnétique). Ils ont le même réseau cristallin, celui des spinelles.

La magnétite peut être considérée comme un ferrite de fer : Fe_2O_3, FeO. Les aimants en magnétite naturelle sont connus depuis la haute antiquité, avant même la découverte des propriétés magnétiques du fer. La résistance de la magnétite au passage du courant électrique est mille fois plus élevée que celle du fer. Celle des autres ferrites s'échelonne de 10^4 à 10^{11} fois celle du fer.

Ces corps se préparent facilement en portant à haute température le mélange en proportions moléculaires des oxydes. Leurs propriétés peuvent être modifiées suivant la composition de l'atmosphère du four et les conditions de refroidissement.

Au cours de ces dernières années, l'emploi des ferrites s'est largement développé, notamment pour remplacer les tôles d'acier au silicium. Dans les noyaux de bobines établis en ferrites, les inconvénients dus aux courants de Foucault n'apparaissent que pour des fréquences beaucoup plus élevées que celles qui les produiraient dans le fer.

En télévision, l'emploi des ferrites a permis une réduction notable de l'encombrement de l'appareillage. Elles ont également conduit à une amélioration sensible des propriétés physiques et électriques des antennes des récepteurs individuels de radio. L'intérêt des ferrites réside dans la série de combinaisons qu'elles permettent. La gamme étendue de propriétés qui peuvent être obtenues permet une grande variété d'applications en haute fréquence.

Les questions scientifiques et le public américain

La section journalistique de l'Université de New-York et l'Association Nationale des écrivains scientifiques des U. S. A. ont entrepris à la fin de l'année 1951 une enquête auprès des principaux directeurs de journaux et de périodiques pour connaître leur attitude et celle du public américain envers les articles de caractère scientifique. Cette enquête a donné les résultats suivants :

1° Tous les directeurs de journaux ont répondu qu'au cours des dix dernières années, l'intérêt des lecteurs pour les questions scientifiques avait sensiblement augmenté. Dans plus de six journaux sur dix, l'espace qui leur est consacré a doublé ; dans deux journaux sur dix, il a au moins triplé.

2° 82 pour 100 des directeurs de journaux estiment que le public accorde la première place aux questions de médecine et d'hygiène ; 76 pour 100 d'entre eux attribuent la seconde place à l'énergie atomique ; la troisième place revient aux sujets agricoles et aux arts ménagers.

Dans les périodiques, la proportion des articles scientifiques a augmenté de 86 pour 100 entre 1938 et 1948. Elle s'est encore accrue depuis, mais aucun chiffre précis n'a encore été communiqué. Durant la même période, la vente des livres scientifiques a considérablement augmenté.

Les instigateurs de cette enquête attirent encore l'attention sur le fait que la radio et la télévision consacrent elles aussi, de plus en plus de place à la vulgarisation scientifique, qui passionne particulièrement les adolescents. Il y a aux États-Unis 15 000 clubs scientifiques pour moins de 20 ans. Leurs adhérents sont au nombre de 350 000.

LA ROTATION DES NÉBULEUSES SPIRALES

I. LES VITESSES DE ROTATION



Fig. 1. — *La grande nébuleuse spirale Messier 51 dans la constellation des Chiens de Chasse.*

Ce magnifique tourbillon cosmique, situé à environ deux millions d'années-lumière de nous, évoque curieusement un vaste point d'interrogation. Le satellite irrégulier à l'extrémité d'un des bras est une anomalie rare et inexpliquée.

(*Photo prise au télescope de 1,50 m de l'Observatoire du Mont Wilson*).

Il y a plus d'un siècle, en 1845, Lord Rosse découvrait la première nébuleuse spirale, M 51 des Chiens de Chasse (fig. 1), à l'aide du télescope de 1,82 m d'ouverture dont il venait d'achever la construction.

Aujourd'hui c'est par centaines de milliers, sinon par millions, que se comptent les nébuleuses dont la structure spiralée peut être reconnue sur les clichés photographiques pris à l'aide des grands télescopes modernes.

Le simple aspect tourbillonnaire de ces magnifiques formations cosmiques suffit à prouver qu'il s'agit là de systèmes en état de rotation. Leur fort aplatissement, observable sur les nébuleuses vues de profil — par la tranche —, constitue une preuve additionnelle de cette rotation (fig. 3).

Enfin la rotation des nébuleuses spirales fut directement démontrée en 1914 par l'astronome américain V. M. Slipher et l'astronome allemand Max Wolf lorsqu'ils réussirent, indépendamment, à mettre ce mouvement en évidence par l'étude du spectre de deux nébuleuses.

Méthode spectrographique classique et rotation des régions centrales des nébuleuses. — La méthode classique consiste à placer la fente d'un spectrographe suivant le grand axe de l'image d'une spirale vue par la tranche ou, tout au moins, fortement inclinée sur le rayon visuel (fig. 2). Comme on le voit aisément sur la figure, par suite de la rotation de la spirale, un côté se rapproche de l'observateur (le côté droit sur la figure), alors que le côté opposé s'éloigne, le noyau étant supposé immobile (sinon on doit d'abord corriger les vitesses observées du mouvement du noyau qui représente celui de l'ensemble de la spirale par rapport à nous).

En vertu de l'effet optique du mouvement découvert au siècle dernier par les physiciens Doppler et Fizeau, les radiations émises (ou absorbées) par un même atome se trouvent déplacées vers le violet s'il est animé d'un mouvement d'approche, vers le rouge s'il s'éloigne. Comme cet effet se manifeste progressivement de part et d'autre du noyau lorsqu'on considère des points de plus en plus éloignés du centre d'une nébuleuse, il en résulte que les raies spectrales obtenues en plaçant la fente suivant le grand axe de l'image se trouvent inclinées comme l'indique la figure 2, par rapport aux raies d'un spectre de comparaison.

Slipher et Wolf trouvèrent que ces raies inclinées sont sensiblement droites, ce qui signifie que la vitesse de rotation mesu-

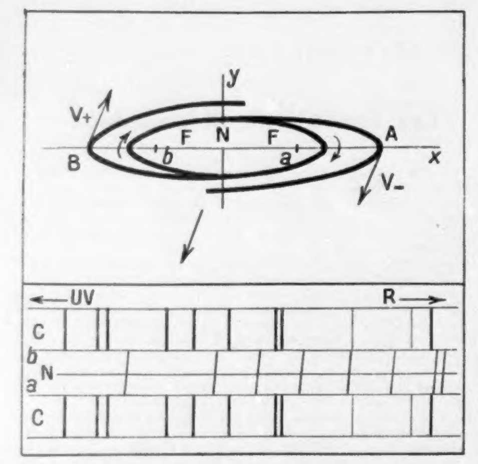


Fig. 2. — *Principe de détermination spectrographique de la vitesse de rotation des nébuleuses spirales.*

Dans la rotation de la spirale, indiquée par les flèches, le côté A s'approche de la Terre et le côté B s'en éloigne. En plaçant la fente FF d'un spectrographe comme l'indique la figure, on obtient un spectre représenté schématiquement, en bas, entre deux spectres de comparaison CC. Par rapport au noyau N, les raies émises en *a* sont déplacées vers le violet, les raies émises en *b* vers le rouge, par effet Doppler-Fizeau ; l'inclinaison des raies en résulte. Comparer avec la figure 8.



Fig. 3. — *Une nébuleuse spirale vue de profil : NGC 891 dans la constellation d'Andromède.*

Remarquer l'extrême aplatissement du système, indice d'une rotation rapide, et la barre sombre produite devant le noyau par la matière absorbante répandue dans les bras de la spirale.

(Photo prise au télescope de 1,50 m de l'Observatoire du Mont Wilson).

rée par le déplacement de chaque point le long de la raie par rapport au centre de l'image est sensiblement proportionnel à la distance au noyau. Ce résultat, retrouvé ensuite dans beaucoup d'autres nébuleuses, montre que celles-ci tournent comme des corps solides, du moins dans leurs régions centrales; autrement dit, jusqu'à une certaines distance du centre, la rotation des différents points s'effectue à une vitesse angulaire constante.

Ce résultat peut s'expliquer, comme l'a indiqué l'astronome suédois B. Lindblad, en supposant que la plus grande partie de la masse des nébuleuses se trouve non pas concentrée dans leur noyau, mais répartie presque uniformément dans la plus grande partie de leur volume. C'est là une conclusion surprenante, car l'aspect des photographies montrant une forte condensation de lumière vers le centre suggérait au contraire qu'une grande partie de la masse des nébuleuses se trouvait dans leur noyau. Il ne faut pas se fier aux apparences!

Rotation des régions extérieures des masses des nébuleuses spirales. — Depuis une quinzaine d'années il est devenu possible dans quelques cas d'étendre les études de rotation à des régions de certaines spirales très éloignées de leur noyau. On a alors constaté que, dans ces régions extérieures, les nébuleuses ne tournent plus du tout « en bloc », mais à des vitesses progressivement décroissantes à mesure que l'on considère des points de plus en plus éloignés du centre (fig. 4).

Cette loi de mouvement rappelle celle que l'on observe parmi les planètes du système solaire, dont la vitesse orbitale autour du Soleil décroît progressivement, conformément aux lois de Kepler, lorsqu'on considère des planètes de plus en plus lointaines. C'est pourquoi on appelle souvent « branche képlérienne » cette partie extérieure de la courbe des vitesses dans une spirale. La mise en évidence d'une branche képlérienne est fort importante, car son apparition prouve que, dans les régions considérées de la nébuleuse, le mouvement s'effectue plus ou moins suivant les lois de Kepler, c'est-à-dire que la quasi-totalité de la masse de la nébuleuse se trouve bien à l'intérieur de l'orbite décrite par les étoiles de ces régions, de même que le Soleil représente, au centre des orbites planétaires, la quasi-totalité de la masse du système solaire. L'étude du mouvement des planètes autour du Soleil nous permet, grâce à la loi de Newton, de calculer la masse du Soleil; de même l'étude des vitesses de rotation dans les régions externes des nébuleuses spirales nous livre leur masse totale, une donnée d'une importance fondamentale pour l'étude de l'Univers.

Une telle détermination n'a d'ailleurs encore été possible que dans deux cas, ceux des deux grandes spirales les plus proches, M 31 d'Andromède et M 33 du Triangle (fig. 7). Les masses trouvées sont respectivement de 100 milliards et 1 milliard 800 millions de fois la masse du Soleil prise pour unité (la masse du Soleil est, rappelons-le, de 2.10^{33} grammes, soit environ 330 000 fois celle de la Terre). La différence entre les masses trouvées pour chacune des spirales reflète le fait que M 31 est une spirale supergéante exceptionnelle (comme l'est notre

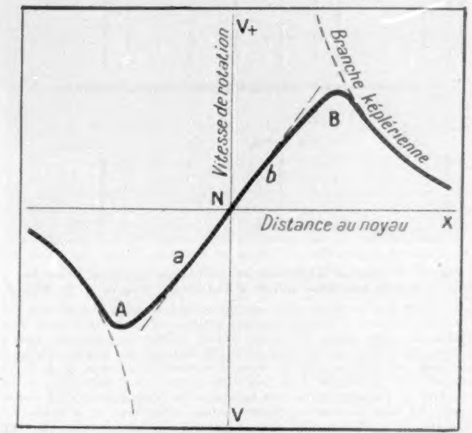


Fig. 4. — *Courbe de vitesse de rotation d'une nébuleuse spirale (schématique).*

En portant la vitesse de rotation mesurée à différentes distances du noyau suivant le grand axe, on obtient une courbe analogue à celle figurée. La partie centrale *aNb*, quasi rectiligne, correspond à la région couverte par la fente FF sur la figure 3; dans cette région, la vitesse linéaire de rotation croît proportionnellement à la distance au centre. Dans les régions très extérieures, observées à l'aide des nébuleuses gazeuses (voir le texte), la vitesse décroît progressivement après avoir atteint un maximum entre A et B : c'est la « branche képlérienne » ; sa connaissance permet d'évaluer la masse de la nébuleuse. Comparer à la figure 7.

Galaxie, dont la masse est analogue) alors que M 33 est une spirale d'éclat et de diamètre moyens. *Grosso modo* il existe une relation de proportionnalité entre la masse, l'éclat et les dimensions des nébuleuses spirales, les masses s'échelonnant sans doute de quelque 100 millions de fois la masse solaire pour les galaxies naines à quelque 100 milliards de fois cette même masse pour les galaxies supergéantes. En même temps les dimensions passent de quelques milliers d'années-lumière à près de 100 000 années-lumière, cependant que l'éclat absolu, intrinsèque, passe de quelques millions à quelques milliards de fois l'éclat du Soleil.

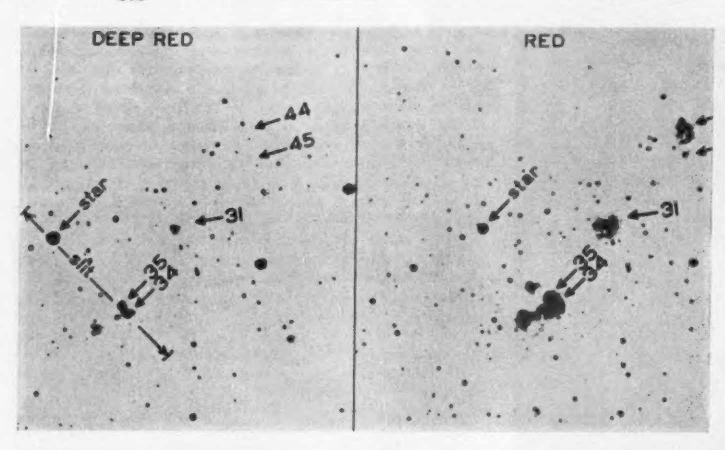


Fig. 5. — *Repérage des nébuleuses gazeuses dans la grande spirale d'Andromède, d'après W. Baade.*

On compare deux clichés du même champ, l'un obtenu en lumière H-alpha de l'hydrogène (« red », à droite), l'autre dans une région spectrale voisine ne contenant pas de raie d'émission des nébuleuses gazeuses (« deep red », à gauche). La comparaison des deux clichés met en évidence les nébuleuses gazeuses (indiquées par les flèches et numéros d'ordre) qui n'apparaissent que sur le cliché de droite. Les étoiles centrales illuminant les nébuleuses apparaissent généralement sur les deux clichés. Le spectre de la figure 6 a été obtenu en plaçant la fente (« slit ») du spectrographe suivant la ligne marquée qui traverse l'image d'une étoile (« star ») et de deux nébuleuses n°ˢ 34 et 35).

(Agrandissements (négatifs) de clichés obtenus à l'aide du télescope de 2,50 m de l'Observatoire du Mont Wilson).

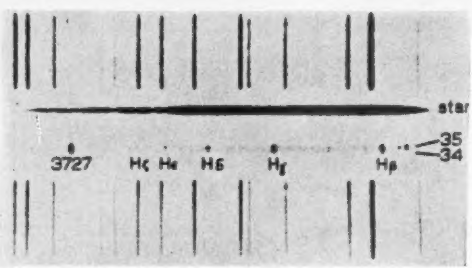


Fig. 6. — *Spectre d'émission de nébuleuses gazeuses observées dans la grande nébuleuse spirale d'Andromède, d'après N. U. Mayall.*

Cette figure représente un fort agrandissement (négatif) des spectres de l'étoile et des deux nébuleuses gazeuses repérées sur la figure 5 entre deux spectres de comparaison. Alors que l'étoile (« star ») donne un spectre continu, les nébuleuses gazeuses 34 et 35 donnent un spectre contenant seulement un petit nombre de raies d'émission bien nettes et faciles à mesurer ; les principales raies (série de Balmer de l'Hydrogène) et la raie 3727 de l'oxygène ionisé sont indiquées. Le faible fond continu visible entre les raies est celui des étoiles centrales illuminant les nébuleuses.

(Photo obtenue à l'aide du spectrographe nébulaire monté sur le télescope de 91 cm de l'Observatoire Lick).

Recherche des nébuleuses gazeuses dans les spirales. — Les résultats précédents ont été obtenus à la suite de travaux remarquables poursuivis depuis 1939 à l'observatoire Lick, en Californie, par MM. Babcock, Mayall, Wyse et Aller et à l'observatoire du Mont Wilson par MM. Baade et Humason. Il est intéressant de faire connaître la façon ingénieuse employée pour étendre aux régions extérieures des spirales les mesures de vitesse de rotation.

La brillance de ces régions est bien trop faible pour que le spectre moyen des millions d'étoiles qui les composent puisse être enregistré. Mais il existe le long des bras en spirales des étoiles supergéantes à haute température (types O et B) dont le rayonnement ultra-violet intense excite la fluorescence des vastes masses de matière diffuse raréfiée réparties dans l'espace interstellaire. Cette luminescence constitue ce qu'on appelle une nébuleuse gazeuse, dont la célèbre nébuleuse d'Orion est le prototype.

A la distance énorme où se trouvent les spirales, même les plus proches (800 000 années-lumière), ces nébuleuses gazeuses n'apparaissent plus que sous l'aspect de minuscules taches diffuses qui n'attirent en rien l'attention ; aussi, à part quelques objets géants, on mit assez longtemps à les reconnaître. Pour y parvenir un stratagème imaginé par W. Baade au Mont Wilson fut employé. Il consiste à photographier la région étudiée en deux couleurs correspondant à deux bandes spectrales étroites de la région rouge du spectre : la première (λλ 6 300-6 800 Å) contient la raie H-alpha de l'hydrogène (λ 6 563 Å) qui est émise avec intensité par les nébuleuses gazeuses ; la seconde (λλ 6 900-7 500 Å) ne contient aucune radiation de ces nébuleuses. En comparant ensuite dans un appareil un peu analogue à un stéréoscope (le « blink-microscope ») les deux clichés obtenus dans ces conditions, les nébuleuses gazeuses, visibles sur une plaque et absentes sur l'autre, se laissent aisément repérer (fig. 5).

Par ce procédé plusieurs dizaines de nébuleuses gazeuses ont pu être repérées dans chacune des grandes spirales M 31 et M 33.

Rotation des grandes spirales déduites des vitesses de leurs nébuleuses gazeuses. — La mise en évidence de nébuleuses gazeuses dans les grandes spirales présente deux immenses avantages au point de vue des études de rotation. Premièrement ces nébuleuses gazeuses sont réparties tout au long des spires, jusque dans les régions les plus extérieures des spirales, là où commence la branche képlérienne de la courbe des vitesses. Deuxièmement, elles donnent un spectre de raies brillantes peu nombreuses et bien nettes (fig. 6), ce qui permet d'enregistrer ce spectre avec un temps de pose accessible (mais qui s'élève tout de même fréquemment jusqu'à six et dix heures !), alors qu'une étoile de même éclat total, dont la lumière est répartie dans tout un spectre continu, serait totalement au delà de la portée des instruments actuels. Enfin, avantage secondaire, mais important au point de vue technique, une raie d'émission bien nette se pointe plus aisément et avec plus de précision qu'une raie d'absorption.

C'est par l'étude des spectres d'un grand nombre de ces nébuleuses gazeuses, patiemment accumulés par les astronomes de l'observatoire Lick et du Mont Wilson, que l'étude de la rotation des grandes spirales proches a pu être poussée jusqu'à inclure la branche képlérienne de la courbe des vitesses. La figure 7 représente la courbe des vitesses de la nébuleuse d'Andromède telle qu'elle apparaît actuellement à la suite des travaux dont nous venons de parler. Le dernier point sur la partie gauche de la courbe est donné par une nébuleuse gazeuse obser-

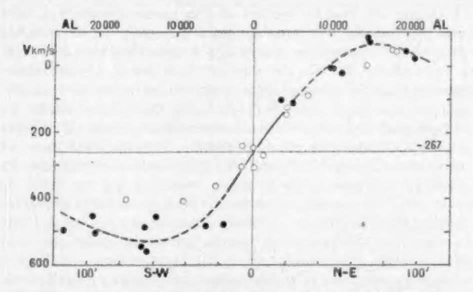


Fig. 7. — *Courbe de vitesse de rotation de la grande nébuleuse d'Andromède, étendue par l'observation de ses nébuleuses gazeuses.*

La portion de la courbe en trait plein représente la partie établie avant 1939 par l'observation du spectre continu du fond stellaire de la nébuleuse dans ses régions centrales. Les points et les cercles représentent l'extension récente des mesures aux régions extérieures par l'observation des spectres de raies des nébuleuses gazeuses. La courbe en tirets donne la variation probable de la vitesse en fonction de la distance au noyau établie à l'aide des objets les plus proches du grand axe (point) ; les cercles représentent les objets les plus voisins du petit axe et dont la vitesse observée est diminuée par effet de projection sur le rayon visuel. Comparer avec la figure 4.

(D'après N. U. Mayall, Observatoire Lick, et M. L. Humason, Observatoire du Mont Wilson).

vée au Mont Wilson par M. L. Humason; elle est à 114' du noyau, bien au delà des limites ordinairement visibles de la spirale, dans les régions révélées seulement par l'analyse microphotométrique des clichés [1].

Cette nébuleuse est située à environ 25 000 années-lumière du centre de la spirale ; sa vitesse radiale observée, de — 497 km/s (celle du noyau est de — 267 km/s), correspond à une vitesse de rotation de 230 km/s dirigée vers l'observateur. Si l'orbite décrite est circulaire, la période de rotation s'élève à 200 millions d'années, valeur tout à fait du même ordre que celle trouvée pour le mouvement du Soleil et des étoiles voisines autour du centre de notre Galaxie, dont la distance est aussi estimée à 25 ou 30 000 années-lumière. Enfin des données précédentes on déduit la valeur déjà indiquée pour la masse de la grande nébuleuse d'Andromède, soit 100 milliards de fois celle du Soleil, également en accord avec les évaluations récentes de la masse de notre Galaxie.

La figure 7 met en évidence l'énorme progrès apporté par l'étude des vitesses des nébuleuses gazeuses, si l'on compare l'étendue actuellement connue de la courbe des vitesses à celle du fragment rectiligne voisin du noyau établi par la méthode classique de Slipher.

Des résultats analogues ont été obtenus pour la nébuleuse spirale M 33 du Triangle, mais jusqu'ici seules ces deux spirales proches ont pu être étudiées d'une façon aussi détaillée.

Rotation des spirales lointaines déduite de leur spectre d'émission. — Néanmoins les études ont pu être étendues sommairement à un assez grand nombre de spirales plus lointaines, vues de profil ou fortement inclinées, grâce aux travaux de N. U. Mayall à l'observatoire Lick. Depuis 1935, celui-ci est en possession d'un des rarissimes spectrographes nébulaires à optique transparente dans l'ultra-violet (il y en a peut-être moins d'une demi-douzaine dans le monde). Grâce à cet instrument, monté sur le célèbre télescope Crossley (du nom de son donateur), dont l'ouverture modeste n'est que de 91 cm, il a réussi à appliquer la méthode classique de Slipher (la fente suivant le grand axe de l'image) tout en bénéficiant des avantages de la méthode nouvelle (emploi des nébuleuses gazeuses). Voici comment.

1. Voir *La Nature*, n° 3181, mai 1950.

Lorsqu'une nébuleuse spirale est trop lointaine pour laisser voir individuellement ses nébuleuses gazeuses, la lumière de ces dernières ne nous en parvient pas moins, mélangée à la lumière de toutes les étoiles de la spirale. Mais alors que cette lumière stellaire se trouve, comme nous l'avons déjà dit, répartie suivant tout un spectre continu, la lumière nébulaire se trouve concentrée dans quelques raies, de sorte que les plus intenses de celles-ci parviennent à émerger du fond continu. L'une des plus intenses est la raie λ 3727 (une raie interdite de l'oxygène ionisé) située dans le proche ultra-violet transmis par le spectrographe de N. U. Mayall. Lorsque la fente du spectrographe est placée suivant le grand axe d'une nébuleuse en rotation, la raie paraît inclinée, comme nous l'avons expliqué au début. Et comme seules les régions centrales des nébuleuses spirales sont accessibles par ce procédé — c'est-à-dire la région à vitesse angulaire constante — la mesure consiste simplement à déterminer l'inclinaison de la raie par rapport à un fil fixe placé dans le microscope de mesure (fig. 8) ; une formule simple per-

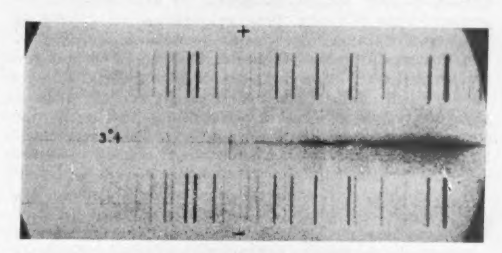


Fig. 8. — *Spectre d'une nébuleuse spirale montrant la raie 3727 de l'oxygène en émission.*

Ce spectre (négatif) de la spirale NGC 2146, obtenu par N. U. Mayall à l'aide du spectrographe nébulaire monté sur le télescope Crossley de 91 cm à l'Observatoire Lick, montre la raie d'émission ultra-violette λ 3727 Å caractéristique des nébuleuses gazeuses. Cette raie est sensiblement inclinée (3,4°) par rapport aux raies du spectre de comparaison, indiquant que la nébuleuse est en rotation. Comparer avec la figure 2.

L'avantage de l'observation des raies d'émission apparaît bien par comparaison avec l'aspect diffus et indéfini des raies d'absorption discernables dans la partie droite (bleue) du spectre représentant le fond continu de la lumière d'origine stellaire.

La figure représente le cliché négatif tel qu'il apparaît sous le microscope de mesure dont on aperçoit les deux fils du réticule servant de repère.

(*Photo* N. U. Mayall).

met de transformer l'inclinaison (mesurée en degrés) en kilomètres par seconde et d'en déduire la période de rotation de la nébuleuse dans ses régions centrales.

Les périodes de rotation ainsi trouvées s'échelonnent entre quelques millions et quelques centaines de millions d'années, en accord avec les résultats précités sur les spirales proches.

En réalité non seulement les nébuleuses spirales, mais également certaines nébuleuses elliptiques et irrégulières présentant la raie d'émission 3727 peuvent être étudiées par ce procédé. Les études de Mayall et Humason ont en effet révélé qu'une fraction notable, environ 20 pour 100, des nébuleuses elliptiques présentaient cette raie d'émission, indice de l'existence de matières diffuses luminescentes dans leurs régions centrales ; c'est là, notons-le en passant, l'un des rares indices de l'existence de matière interstellaire dans les galaxies elliptiques. En tout cas cela permet de rechercher s'il existe quelque relation entre la vitesse de rotation et le type de la galaxie considérée ; jusqu'à présent aucune corrélation bien nette n'a pu être mise en évidence. Les régions centrales des spirales aussi bien que des nébuleuses elliptiques tournent sur elles-mêmes en 5 à 15 millions d'années en moyenne, cependant que les régions intermédiaires, formant ce qu'on appelle parfois le « corps principal » des nébuleuses, tournent en 10 à 100 millions d'années,

et enfin les régions extérieures en 200 millions d'années ou plus, comme nous l'avons déjà indiqué.

La période de rotation la plus courte observée, moins de 1 500 000 ans, se rapporte à une nébuleuse spirale de type Sa de la Grande Ourse portant le numéro 4111 du grand catalogue de nébuleuses de Dreyer (NGC). Mais la nébuleuse dont le spectre présente les raies les plus inclinées est NGC 1332, une nébuleuse de type So, c'est-à-dire une « spirale sans spires », intermédiaire entre les elliptiques et les spirales; l'inclinaison atteint 5,4 degrés et la période de rotation correspondante est de 5 millions et demi d'années.

Origine de la rotation des spirales. — Le problème de l'origine de la rotation des nébuleuses spirales reste encore très obscur, car il est lié à des problèmes cosmologiques plus larges qui sont encore bien loin d'être résolus.

Le théoricien anglais F. Hoyle a récemment suggéré que l'impulsion initiale nécessaire pour mettre une nébuleuse en rotation pourrait résulter du passage de deux nébuleuses à proximité l'une de l'autre. Dans ces conditions, sous l'effet de leur attraction mutuelle une partie de l'énergie cinétique de translation des nébuleuses dans leur mouvement relatif pourrait être transférée et servir à amorcer une rotation.

Cette rotation initiale aurait d'ailleurs pu être très faible et s'accélérer progressivement si la nébuleuse, initialement très diffuse, s'est contractée peu à peu jusqu'à ses dimensions actuelles, cela en vertu du théorème de mécanique relatif à la conservation du moment angulaire (de rotation).

La mise en rotation d'une nébuleuse ne suffit d'ailleurs pas pour en faire une spirale. On connaît actuellement de nombreuses nébuleuses en état de rotation rapide et qui ne sont nullement des spirales; en particulier les nébuleuses elliptiques qui ne présentent aucun détail de structure apparent sont souvent animées de rotations rapides.

L'origine des bras en spirales est non moins mystérieuse dans l'état présent de nos connaissances que celle de la rotation elle-même. On avait pu croire, il y a une vingtaine d'années, en particulier à la suite des travaux de J. Jeans, que les nébuleuses spirales se développaient à partir des nébuleuses elliptiques par éjection de matière sous l'effet de la force centrifuge à la périphérie d'une nébuleuse en rotation rapide. Mais pour que cette théorie eût pu être exacte, il aurait fallu que les nébuleuses elliptiques fussent plus petites en moyenne que les nébuleuses spirales; c'est ce qu'on croyait il y a un quart de siècle sur la foi du simple examen visuel des clichés photographiques. Mais depuis lors, l'analyse précise des clichés à l'aide du microphotomètre a révélé que les nébuleuses elliptiques sont en réalité de dimensions tout à fait comparables à celles des nébuleuses spirales [1]; si elles apparaissent plus petites à l'examen visuel c'est par une simple illusion due à leur absence de structure marquée. Cette constatation de l'égalité de dimensions des nébuleuses elliptiques et spirales a ruiné la théorie de l'éjection des bras.

Une forme quelque peu modifiée de cette théorie a été défendue depuis une quinzaine d'années par l'astronome suédois B. Lindblad. D'après lui, les bras en spirales sont des « orbites asymptotiques » des étoiles issues du noyau central. Malheureusement cette théorie exige un sens de rotation déterminé, sens qui donne lieu actuellement à de vives discussions dont nous parlerons dans la seconde partie de cet exposé.

(à suivre).

G. de Vaucouleurs,
Commonwealth Observatory,
Mount Stromlo, Canberra.

1. Voir *La Nature*, n° 3181, mai 1950.

Nouvel éclairage par « électroluminescence »

Un nouveau mode d'éclairage vient d'apparaître aux États-Unis. Il repose sur l'emploi, comme source lumineuse, de plaques minces de verre luminescent qui fournissent de la lumière par un moyen tout différent des appareils d'éclairage habituels. Le nouveau dispositif, dénommé « Panelite », constitue un véritable condensateur lumineux et on a donné le nom d'électroluminescence au phénomène qui, dans ce dispositif, fournit l'énergie lumineuse.

L'électroluminescence, qu'il ne faut pas confondre avec la luminescence cathodique, est l'émission de lumière par certaines substances phosphorescentes, lorsque celles-ci sont placées dans un champ électrique alternatif. La couche luminescente est constituée par une pellicule de substances phosphorescentes dispersées dans un diélectrique entre deux plaques conductrices. Il faut, bien entendu, qu'au moins une des deux plaques soit transparente pour que la lumière ainsi émise puisse être visible. Un tel dispositif peut donc être considéré comme un condensateur lumineux.

Pratiquement, pour réaliser un élément lumineux de ce genre, on commence par recouvrir une plaque de verre d'un enduit conducteur invisible, puis d'une couche constituée par une suspension de substances phosphorescentes dans un diélectrique approprié. La surface de cette couche est alors recouverte d'un conducteur métallique, sauf sur une étroite bande à la périphérie de la plaque. La couche métallique peut être une mince pellicule de métal, ou mieux une très mince couche d'aluminium déposée par un procédé analogue à celui que l'on utilise pour revêtir l'intérieur des phares d'automobile. Chaque armature du condensateur ainsi réalisé est reliée par un conducteur électrique à une source de courant alternatif, par exemple à une prise de courant d'une installation domestique.

La brillance de tels panneaux, alimentés par le courant alternatif à 110 V, est à peu près comparable à celle d'un objet blanc éclairé par la pleine lune, lors d'une nuit sans nuages. Si l'on veut obtenir une intensité lumineuse plus grande, il

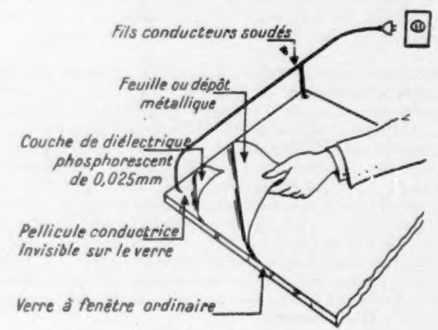


Fig. 1. — *Constitution d'un panneau luminescent.*

faut alimenter le panneau lumineux sous une tension plus élevée, par exemple sous 400 à 500 V et prévoir pour cela un petit transformateur de tension.

Jusqu'à présent, les seuls panneaux lumineux de ce type qui ont été réalisés industriellement présentent une luminescence verte. Le composé phosphorescent utilisé dans leur préparation est en effet une qualité spéciale de sulfure de zinc ayant subi un traitement d'activation particulier. Des recherches sont en cours, afin d'utiliser d'autres produits phosphorescents fournissant des colorations jaunes, bleues ou blanches.

Les composés phosphorescents utilisés dans la fabrication des tubes luminescents et des tubes à rayons cathodiques ne conviennent pas à la fabrication des panneaux lumineux que nous venons de décrire, car, soumis au champ électrique alternatif, ils n'émettent pas de lumière. La coloration de la lumière émise est d'ailleurs variable selon la fréquence du courant. Il est probable que le composé phosphorescent réagit différemment aux diverses fréquences.

Cette invention est encore trop récente pour qu'on puisse dès à présent donner un ordre de grandeur de la durée d'usage des panneaux luminescents; certains ont déjà assuré un service de quelques milliers d'heures et après les perfectionnements en vue, un service de quelques années peut être escompté.

Pendant les 50 premières heures de fonctionnement, on observe une légère diminution de l'intensité lumineuse, puis celle-ci se stabilise et reste ensuite constante pendant une longue durée; l'usure de l'appareil se manifeste par un affaiblissement progressif de l'intensité lumineuse, tout à fait différent de la mise hors service brutale qui se produit par la rupture du filament d'une lampe à incandescence. Les panneaux lumineux sont en général enduits d'un revêtement imperméable à l'humidité, de façon à protéger le diélectrique et le composé phosphorescent et à éviter une destruction trop rapide de ce dernier. On sait en effet que les composés phosphorescents sont très sensibles à l'action de l'humidité.

S'il y a isolement des électrodes par rupture des plaques de verre, la lampe est évidemment mise hors service, mais s'il subsiste un contact des faces du diélectrique avec les deux armatures, le dispositif est encore susceptible de fonctionner.

Les dispositifs de ce genre peuvent être utilisés entre des limites de température très étendues, puisque l'expérience a déjà montré qu'on obtient d'excellents résultats entre — 30° et 80°. On pense d'ailleurs qu'il sera possible, par un choix approprié du diélectrique et du composé phosphorescent, d'étendre encore ces limites. On envisage également de remplacer le verre par des plaques de matière plastique transparente ou translucide.

De nombreuses applications sont déjà envisagées pour ces panneaux lumineux. Une des plus importantes est la création de plafonds lumineux et la réalisation de motifs architecturaux d'un effet nouveau. Ces panneaux pourront également être utilisés pour réaliser des effets lumineux décoratifs dans les intérieurs privés, les musées, les salles de réunion, ou comme dispositifs de signalisation lumineuse pour des yeux adaptés à l'obscurité.

G. Génin.

Divagations d'un pou du Kangourou

Les Mallophages, ou poux d'oiseaux, sont voisins des poux proprement dits, parasites exclusifs des Mammifères. Ils en diffèrent principalement par leurs pièces buccales broyeuses et non suceuses. On en trouve sur presque tous les oiseaux et sur quelques Mammifères. Ils vivent accrochés dans la fourrure ou les plumes de leur hôte et se nourrissent de fragments de peau, de duvet, de débris cuticulaires, parfois même de sang provenant des lésions de grattage. Ils peuvent provoquer des troubles sérieux.

L'*Heterodoxus longitarsus* (fig. 1) est un Mallophage grisâtre, long tout au plus de deux millimètres, typiquement parasite du Kangourou (*Macropus giganteus*). Il est donc originaire d'Australie, mais en adoptant des hôtes nouveaux il a envahi récemment d'une façon sporadique toutes les régions tropicales et tempérées du globe. Il n'a toutefois été signalé ni en Europe, ni en Russie, ni au Canada. On l'a trouvé sur l'homme, sur le chacal, sur le chien, sur un coyote, sur un Lémurien de Madagascar, sur un corbeau.

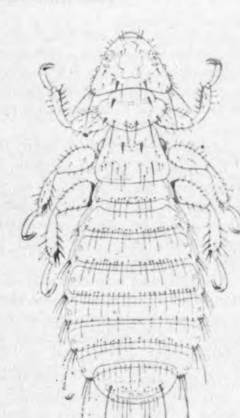


Fig. 1. — *Heterodoxus longitarsus* (Piaget).
Longueur : 1,5 à 2 mm (D'après E. Séguy, *L'Entomologiste*).

Les spécialistes sont fort surpris car, en principe, une colonie de poux ne se reproduit d'une façon continue que sur des hôtes de la même espèce ou sur de très proches parents de l'hôte typique. Cette spécificité parasitaire est parfois si poussée que des ornithologistes l'ont utilisée pour distinguer des oiseaux de sous-espèces voisines qui se ressemblaient davantage que leurs poux respectifs! Les cas de désertion sur des hôtes d'une famille ou d'un ordre différents sont exceptionnels et ordinairement mortels pour les parasites. L'adoption, par notre Hétérodoxe, du chien domestique comme nouvel hôte semble très récente et doit s'être accompagnée de modifications morphologiques puisqu'un spécialiste impose à cet occasion un nouveau nom au parasite (*H. spiniger*).

Une adaptation aussi rapide et étroite, semble-t-il, d'un parasite de Mammifère marsupial à un représentant d'une famille aussi éloignée que celle des Canidés est extraordinaire. Elle excitera le zèle des chercheurs qui disposant d'un hôte facile à atteindre (le chien domestique) pourront peut-être répondre rapidement aux questions que pose leur confrère E. Séguy : quelles sont les localités des régions chaudes où ce parasite est établi sur le chien? Quel est le genre de vie de l'*Heterodoxus* sur cet animal? Se multiplie-t-il normalement sur les Canidés? A-t-il tendance à déserter son nouvel hôte pour s'établir sur un autre animal? En comparant des séries de parasites capturés respectivement sur le Kangourou et sur le chien, vérifie-t-on les modifications morphologiques qui semblent s'être produites?

L'intérêt théorique du cas de l'Hétérodoxe tient à la faveur que connaît actuellement parmi beaucoup de zoologistes la définition qu'a donnée de l'espèce le grand biogéographe franco-roumain disparu Racovitza : « une colonie isolée de consanguins ». Les colonies d'animaux les plus strictement isolées comptent précisément celles des Mallophages, parasites spécifiques d'un hôte donné.

Le laboratoire de Verneuil (Oise)

du Centre d'études et de recherches des Charbonnages de France



Fig. 1. — *Vue d'ensemble du Laboratoire de Verneuil.*

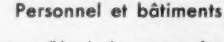
La loi de nationalisation du 17 mai 1946 a créé, pour l'exploitation des gisements charbonniers français, neuf houillères de bassin dotées de la personnalité civile et dont la mission est la production, l'exploitation et la vente. Ces houillères sont : Nord et Pas-de-Calais, Lorraine, Loire, Cévennes, Blanzy, Aquitaine, Auvergne, Provence, Dauphiné. Les Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais avaient été créées par ordonnance du 13 décembre 1944. La loi a créé en outre un établissement central « Charbonnages de France » dont la mission est « d'assurer la direction d'ensemble, le contrôle et la coordination des activités techniques des houillères de bassin »... « ainsi que d'orienter les méthodes d'exploitation et les méthodes de traitement et d'utilisation des produits extraits ».

Les problèmes posés par le perfectionnement des méthodes d'exploitation restent de la compétence des exploitants, mais de nombreux problèmes d'hygiène, de sécurité, de préparation et d'utilisation du charbon doivent être abordés en dehors des préoccupations quotidiennes de l'exploitation. Pour ces études, dont certaines sont de longue haleine, susceptibles d'améliorer le rendement et les conditions de travail à lointaine échéance ou d'ouvrir de nombreux débouchés, les Charbonnages de France ont institué en juin 1947 un organisme dénommé « Centre d'études et de recherches des Charbonnages de France » ou « Cerchar », dont le premier soin a été de créer un laboratoire bien outillé.

Rappelons que l'origine de la recherche expérimentale dans la profession remonte à 1906, au lendemain de la catastrophe de Courrières, quand le Comité central des Houillères de France confia à Jacques Taffanel l'étude des coups de poussières. Taffanel créa alors une station d'essai à Liévin, où il mena des travaux capitaux pour l'amélioration de la sécurité.

La station de Liévin, détruite pendant la guerre de 1914, fut reconstituée à Montluçon en 1920. Les Houillères avaient également souscrit en 1924 le quart du capital de la Société nationale de recherches sur le traitement des combustibles, qui disposait d'un laboratoire à Villers Saint-Paul (Oise).

Le Cerchar décida dès 1947 de construire un ensemble neuf qui regrouperait le matériel et le personnel des deux anciennes installations (une cinquantaine de personnes en tout). Un terrain de 37 ha en bordure de la forêt d'Halatte, sur les bords de l'Oise, fut choisi à Verneuil, près de Creil (fig. 1). Les travaux commencèrent en août 1948. L'ensemble des bâtiments fut achevé en juin 1950. Des travaux d'extension, entrepris en août 1951, seront achevés fin 1952.



Personnel et bâtiments

Les études sont confiées à six groupes de recherches (explosifs, poussières-silicose, carbonisation, combustion, épuration, agglomération), trois laboratoires (physique, chimie, biologie) et une section de matériel de mines. L'effectif, d'une centaine de personnes à l'inauguration en 1950, est actuellement de 280 dont 48 ingénieurs.

Les divers services occupent des bâtiments indépendants.

Un bâtiment de laboratoires, de 48 m sur 14, abrite au rez-de-chaussée les laboratoires de physique, au premier étage les laboratoires de chimie, au sous-sol différents laboratoires de physique et de chimie nécessitant soit l'obscurité permanente, soit l'isothermie. Un second bâtiment de laboratoires sera achevé à la fin de 1952.

Un bâtiment administratif de 50 m sur 7 groupe la direction, l'administration et les chefs de service. Son sous-sol est occupé par les laboratoires de biologie et de spectrographie. Ce bâtiment doit être également doublé en 1952. Au bâtiment administratif est accolée la bibliothèque qui possède déjà 3 000 ouvrages scientifiques et techniques et reçoit 200 revues.

Un bâtiment semi-industriel de 55 m sur 50 (dit « demi-grand ») loge les ateliers et installations de caractère industriel mais à échelle réduite (essais de matériel à air comprimé, presse à boulets, épuration du charbon), des laboratoires pour compléter ces essais (contraintes, mise au point de maquettes, mon-

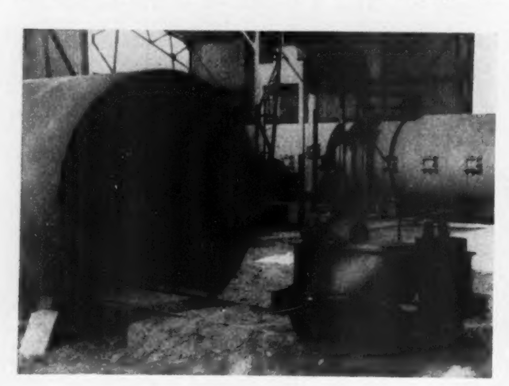


Fig. 2. — *Galerie d'essai des explosifs en atmosphère de grisou ou de poussières.*

Au premier plan, un chariot porte le mortier dans lequel est introduit l'explosif à essayer (*Photos* CERCHAR).

tages électriques et dispositifs de mesures), enfin les bureaux d'études.

Trois bâtiments industriels contiennent les installations d'étude de carbonisation et de combustion ainsi que l'atelier de préparation et de compression des gaz dont tous les services d'études ont besoin. Les essais du matériel antidéflagrant ont lieu dans un autre bâtiment industriel, et l'étude des explosifs de sécurité dans un polygone voisin.

Une galerie de 2 m de diamètre sur 150 m de long est destinée à l'étude des coups de poussières. Un petit polygone est consacré à la physique de certains phénomènes explosifs.

Notons les installations de service ou sociales : parc à explosifs, gazomètres, sous-station électrique, pompage d'eau, animalerie, magasin et parc, garage, chaufferie, conciergerie, cantine, club des ingénieurs, cité des ingénieurs.

Travaux du laboratoire

Les recherches du Laboratoire de Verneuil sont centrées sur les objectifs suivants : amélioration de la sécurité et des conditions de travail du personnel dans les mines; amélioration de la qualité des produits et de leur prix de revient; utilisation des produits. Elles se répartissent ainsi : 1° études physiques et chimiques des matières et des procédés; 2° expérimentation en laboratoire, puis en marche semi-industrielle; 3° application au stade industriel.

Nous allons donner quelques détails sur les spécialités que nous avons déjà énumérées.

Explosifs. — L'étude des explosifs de mine en présence de grisou et de poussières de charbon remonte au siècle dernier. Une cartouche est introduite dans un mortier, et ce mortier prend place dans une galerie où l'on crée une atmosphère grisouteuse ou poussiéreuse que l'explosif ne doit pas enflammer ni faire détoner (fig. 2). Cent à deux cents tirs sont nécessaires pour être assuré de la sécurité relative d'un explosif.

La station de Montluçon avait mis au point en 1932 des formules améliorées qui ont pourtant causé encore quelques accidents. Six nouvelles formules ont été agréées de 1948 à 1951, toutes d'une très bonne sécurité à l'égard des poussières. Elles sont également sûres en atmosphère de grisou, à condition que le boutefeu respecte des consignes très sévères.

La puissance de ces explosifs ayant été largement sacrifiée à la sécurité, elle est insuffisante pour l'abatage des charbons durs. Les ingénieurs de Verneuil cherchent, avec le service des poudres de l'État, à résoudre ce problème. Chacune des six formules mises au point depuis quatre ans a marqué un gain de puissance, au total 70 pour 100.

A cela il faut ajouter l'étude des détonateurs, celle des effets mécaniques des explosifs, de leurs caractéristiques chimiques, du mécanisme de l'inflammation des mélanges grisouteux par les explosifs ou par d'autres causes (flamme, onde de choc...). Des installations électroniques, utilisant surtout la mesure de temps très courts (micro-secondes) facilitent cette étude.

Avec la mécanisation croissante, la consommation d'explosifs croît sans cesse dans les mines : 6 000 t en 1948, 10 000 t en 1951.

Poussières. Silicose. — Le séjour habituel en atmosphère poussiéreuse entraîne généralement, au bout de quelques années, des troubles respiratoires. Les poussières de silice sont parmi les plus nocives, parce qu'elles s'éliminent mal et présentent des arêtes vives et dures. La silicose se complique souvent de tuberculose.

Les mineurs qui travaillent à l'avancement dans les grès ou les quartzites sont particulièrement exposés à ce danger. Les granites créent des formes de silicose plus graves encore, mais



Fig. 3. — *Les cellules de cokéfaction en charge de 300 kg.*
(*Photo* CERCHAR).

le mineur de charbon ne rencontre pas de roches métamorphiques comme le mineur des travaux publics. Par contre, certains charbons contiennent en inclusion, des traces de silice d'origine minérale entraînées lors de la fossilisation et qui viennent en suspension dans l'air au moment de l'abattage.

Le mineur sait lutter contre la formation de poussières par différents moyens, presque tous à base d'arrosage ou d'aspiration. Mais il n'est pas sûr que ces dispositifs abattent les particules les plus nocives (1 à 5 μ). La lutte contre la silicose ne pourra être efficacement menée que lorsque nous connaîtrons le mécanisme de sa naissance et de son évolution.

L'originalité des travaux du Cerchar est d'associer à cette vaste recherche des ingénieurs, des physiciens, des chimistes et des biologistes. Le programme de travail, qui a déjà abouti à certaines réalisations, est le suivant : prélever et caractériser quantitativement et qualitativement les poussières d'un chantier (nature minéralogique, granulométrie, numération, formes); déterminer la nocivité des poussières des chantiers; étudier l'action biologique de ces poussières et la réduction des lésions qu'elles provoquent. Une galerie étanche, dans laquelle on perfore des roches siliceuses, sert de laboratoire expérimental. On y met en œuvre tous les moyens de mesures physiques et on y prélève des poussières qui sont inoculées à des animaux témoins. Une telle étude est nécessairement longue.

Carbonisation. — L'approvisionnement en coke est actuellement un des goulots de la production française de fonte. La sidérurgie française a consommé, en 1951, 9 millions de tonnes de coke; elle aurait pu absorber 2 millions de tonnes de plus. La plus grande partie du déficit porte sur les charbons gras, indispensables dans certains foyers industriels et pour la fabrication de coke sidérurgique. En 1951, la France a importé



Fig. 4. — *Installation pour l'étude de l'agglomération.*

19 millions de tonnes de charbon, uniquement gras, dont 5,5 de Sarre et autant d'Allemagne.

Le Bassin de Lorraine cherche depuis plusieurs années à faire du coke métallurgique avec ses charbons, réputés inaptes à cet usage. La proximité du bassin de fer lorrain, l'aptitude des gisements houillers lorrains à une mécanisation et à une forte concentration des moyens d'extraction, l'abondance des réserves connues qui assureraient 300 ans d'exploitation, autant de raisons qui font désirer la solution de ce problème.

Pour faire du coke, il faut carboniser au delà de 1 000° C une « pâte à coke » constituée de fines de charbon. Pour que le coke obtenu se fragmente en morceaux suffisamment gros et solides afin de supporter la charge du haut-fourneau, la pâte à coke doit être fusible et gonfler sous l'action de la chaleur pendant la carbonisation. Or les charbons lorrains sont peu fusibles et gonflent peu; le coke qu'ils donnent est trop fissuré, trop fragile pour la sidérurgie.

Le mérite des ingénieurs lorrains est d'avoir su utiliser certains de leurs charbons moyennant l'appoint de 9 à 30 pour 100 de charbon fusible (charbon demi-gras de la Ruhr) et de poussier de coke. La cokerie de Carling a livré régulièrement à la sidérurgie en 1950 et 1951 du coke fabriqué dans ces conditions.

Le Cerchar a entrepris l'étude plus générale des phénomènes physiques et chimiques dans la carbonisation du charbon. L'étude de très nombreux paramètres est entreprise : fusibilité, plasticité, gonflement, pression, humidité, vieillissement et oxydation à l'air, caractères physiques et chimiques des houilles et des cokes. L'attention est surtout concentrée sur les paramètres qui influent sur la fissuration (fig. 3).

Pour ces recherches, outre les laboratoires et installations semi-industrielles de Verneuil, le Cerchar gère la station industrielle expérimentale de Marienau (Moselle) en collaboration avec l'Institut de recherches de la Sidérurgie, les Houillères du Bassin de Lorraine et la Régie des Mines de la Sarre. En deux ans, l'équipe de Verneuil a procédé à un inventaire complet des propriétés des charbons français et de certains charbons étrangers. Déjà des enseignements se dégagent de ce travail. Une campagne d'essais industriels sera prochainement reprise à Marienau en vue d'essayer des formules préconisées par nos ingénieurs.

Combustion. — Les différents produits combustibles couramment disponibles sur le marché charbonnier doivent être étudiés en vue de leur meilleure utilisation dans des appareils appropriés. On suit la marche continue, pendant des périodes qui vont jusqu'à plusieurs mois, des différents types d'appareils de chauffage supposés capables de brûler les produits à essayer. Des mesures de consommation et de rendement calorifique sont faites pendant tout ce temps. On a pu définir en particulier les caractéristiques des poêles domestiques capables d'utiliser, avec un bon rendement et un entretien facile, les charbons flambants lorrains et les boulets plus ou moins cendreux.

On étudie actuellement des appareils capables de brûler les fines et les schlamms. Rappelons que les schlamms sont constitués des plus fines poussières de charbon, récupérées sous forme de boues dans les eaux de lavage. Leur combustion se fait de préférence sur place dans les centrales thermiques qui n'utilisent pratiquement plus de charbons marchands.

Gazéification. — On ne procède pas à Verneuil aux études sur la gazéification, mais le Cerchar a financé des installations industrielles d'essais qui sont suivies par ses ingénieurs, notamment à Rouen et à Mazingarbe (Pas-de-Calais). Après avoir participé en Belgique à une expérience de gazéification souterraine, le Cerchar conduit à Djérada (Maroc Oriental) un chantier expérimental. Une campagne d'essai en 1950 a permis d'obtenir du gaz pauvre de 500 à 800 cal/m³. Une autre campagne d'essai doit commencer vers la fin de 1952.

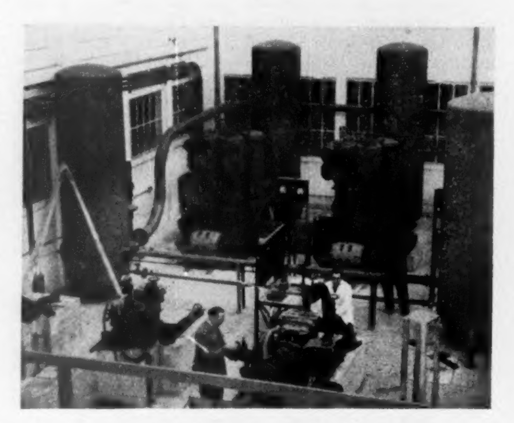


Fig. 5. — *Bancs d'essai des moteurs de mine à air comprimé.*

(*Photos* CERCHAR).

Épuration. — Le charbon, tel qu'il est extrait de la mine, contient une forte proportion de cendres (produits minéraux de fossilisation et surtout « stériles » abattus avec le charbon). Ce pourcentage de cendres peut atteindre le tiers du tonnage extrait. A son arrivée au jour, le charbon est donc trié et lavé. Le problème est d'éliminer le plus de cendres en perdant le moins possible de charbon, et ce avec le minimum de manutention. Les principaux procédés de lavage utilisent soit des bacs à pistons, soit des liquides denses, le plus souvent avec centrifugation. Ces derniers procédés plus modernes tendent à se substituer aux bacs à piston.

Depuis quelques années, les gens du métier s'étaient efforcés de caractériser l'aptitude d'un charbon à se séparer en « lavé » et en « schiste » et les appareils de lavage par des systèmes de mesure significatifs. Devant le désaccord prouvé par une littérature surabondante, la question a été reprise à la base en 1948. On a défini les mesures utiles et on a abouti à des modes de calcul qui semblent satisfaisants. Un camion-laboratoire a été équipé pour les analyses sur place.

La valeur de ces travaux a été consacrée par la Conférence internationale sur la préparation des charbons, qui a réuni à Paris en 1950 371 techniciens de tous les pays miniers des cinq continents, et dont les travaux ont été publiés en français et en anglais dans la *Revue de l'Industrie minérale*. La Conférence a demandé au Cerchar de diffuser ses idées et ses modes de représentation de l'épuration.

Agglomération. — L'abattage du charbon produit des fines; la mécanisation accroît le pourcentage de pulvérulents. Si les fines grasses sont utilisables pour la préparation de pâte à coke, il n'en est pas de même des fines maigres. Le moyen normal d'écoulement des fines maigres est l'agglomération (briquettes et boulets). Les liants utilisés sont, soit le brai de houille, résidu de la distillation poussée des goudrons de houille, soit les bitumes, résidus de distillation des pétroles. Il y a actuellement en France pénurie de ces deux catégories de liants.

On étudie à Verneuil les procédés d'agglomération donnant les meilleurs agglomérés avec le minimum de liants (fig. 4). Avec une presse à boulets de 3 t/h, on détermine l'influence de certains paramètres : nature des fines, origine du liant, broyage ou fusion du liant, température de la pâte, mode de chauffage, forme des alvéoles de la presse, vitesse de compression. Les résultats acquis peuvent se résumer ainsi : on peut faire des boulets d'une résistance à l'écrasement de 90 kilogrammes avec 5,5 pour 100 de brai de houille ou 4,5 pour 100 de brai de pétrole; on peut substituer aux brais des colles aqueuses à 1 ou 2 points de brai.

Matériel de mines. — Un bâtiment est consacré à l'essai du matériel électrique et des moteurs Diesel destinés à fonctionner dans la mine sans risquer d'enflammer le grisou, grâce à des blindages, à des isolants internes ou à des systèmes à refroidissement des gaz d'échappement. Ce matériel est essayé dans l'atmosphère grisouteuse d'une cuve d'essai. Un autre appareillage permet d'étudier la solidité et la sécurité électrique des câbles souples et des circuits de commande électriques.

Un banc d'essai permet d'éprouver les dispositifs de sécurité arrêtant le tambour moteur des courroies transporteuses lorsqu'un obstacle bloque la bande et la fait patiner sur le tambour (ce patinage a été cause de plusieurs incendies dans les mines). D'autres permettent de mesurer les caractéristiques des moteurs à air comprimé, des perforatrices rotatives, des étançons pour le soutènement des galeries (fig. 5).

Une récente galerie fortement ventilée permet d'étudier le comportement des extincteurs devant un feu de bois, de courroie ou de câble toilés et caoutchoutés.

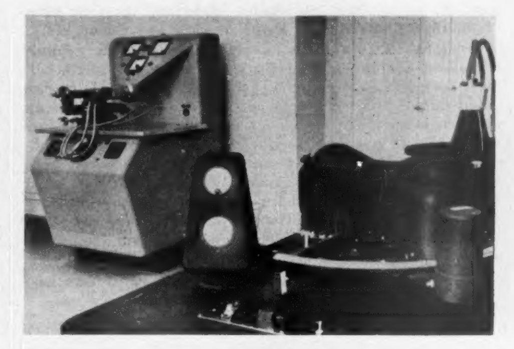


Fig. 6. — *Diffractomètres à rayons X.*



Fig. 7. — *Spectrographe à réseau ARL de 2 m de rayon.*
On aperçoit à gauche un microdensitomètre.
(*Photos* CERCHAR).

Les laboratoires spécialisés

Les laboratoires spécialisés apportent leur contribution à toutes ces études et sont au service de l'ensemble au même titre que le bureau d'études et les ateliers. Ainsi nous aurions pu citer au dernier chapitre du matériel de mines, les essais des laboratoires de physique concernant l'amélioration des grisoumètres, et notamment des « grisoumètres déclencheurs », capables de couper le courant électrique de tout un quartier de la mine quand ils détectent un dégagement de grisou.

Les études de physique qui utilisent un très bel équipement, sont conduites dans plusieurs laboratoires et ateliers : un laboratoire de pétrographie du charbon, avec microscope par réflexion; un laboratoire de mesures électriques et électroniques, et un atelier d'électronique; un laboratoire de microscopie (optique et électronique, avec appareil à ombrer à l'or, microforge et micromanipulateur); un laboratoire de mesure des poussières; un laboratoire de rayons X équipé de trois appareils pour la détermination des structures cristallines par diffraction (fig. 6); un laboratoire de spectrographie, avec nombreux spectrographes, dont un à réseau de 2 m de rayon (fig. 7) qui permet le dosage des éléments à l'état de traces; un laboratoire d'électronique spécialisé dans la mesure et l'enregistre-

ment des phénomènes très rapides (explosions, etc.); un laboratoire de photométrie; un atelier de petite mécanique, etc.

Les laboratoires de chimie comportent trois sections : chimie organique, chimie générale, analyse. Les deux premières étudient des questions telles que la pyrolyse du charbon, la mesure de la surface vraie des corps poreux, la dépolymérisation du charbon, la chimie du méthane, auxquelles s'ajoutent quelques études de cinétique des réactions; ces études sont surtout fondamentales pour l'utilisation des charbons et la cokéfaction. La section d'analyse comporte un laboratoire de mise au point des méthodes et un laboratoire de routine qui fournit chaque semaine 400 résultats aux divers services.

Enfin le laboratoire de biologie expérimente sur l'animal la silicose et l'intoxication oxycarbonée.

Le Laboratoire de Verneuil est vite devenu un centre de rencontres scientifiques. En 1950 s'y est tenu le 6e Congrès international des directeurs de stations d'essais. En 1951 il a reçu plus de cinq cents visiteurs. Les pays miniers de tous les continents y ont envoyé des spécialistes et, réciproquement, nos ingénieurs ont trouvé un accueil très large dans les laboratoires anglais, allemands, américains, néerlandais. Beaucoup de problèmes sont les mêmes pour divers pays et à cet effort commun la France apporte sa large contribution.

Les travaux du Cerchar ont été exposés dans quatre rapports annuels et soixante-dix notes techniques. Cinq ans d'existence, dont deux seulement dans des locaux et avec un personnel appropriés, sont bien courts pour juger l'expérience et les hommes qui l'ont conduite, mais les résultats déjà acquis permettent d'affirmer que la profession houillère a bien misé en plaçant sa foi dans la recherche scientifique.

M. Ducas.

La greffe de l'œil chez les Salamandres

Nous avons cité en 1932 les remarquables expériences de Stone qui, en 1930, a échangé des yeux entre des larves de deux espèces de salamandres, *Amblystoma punctatum* et *Amblystoma tigrinum*.

Quoique *A. tigrinum* ait des yeux de taille beaucoup plus grande que la taille de ceux de *A. punctatum*, les yeux ainsi greffés de façon hétéroplastique sont demeurés normaux histologiquement, un nerf optique régénéré les reliait au chiasma, et ils ont recouvré la vue. Ceci est démontré par des épreuves de vision sur l'œil implanté, l'œil normal étant extirpé, en éliminant les excitations olfactives, gustatives, tactiles et mécaniques. Un morceau de caoutchouc rouge, empalé sur un fil de fer, est mis en mouvement en dehors du cristallisoir où se trouve le porte-greffe; il est suivi par ce dernier, qui essaie de se jeter dessus comme une salamandre à vision normale. Par contre une salamandre aveuglée reste indifférente.

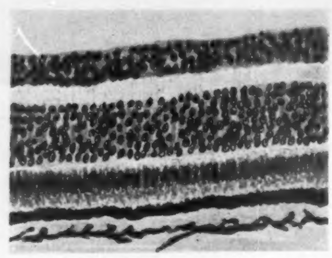


Fig. 1. — *Coupe de la rétine normale d'un œil adulte de* Triturus viridescens.
Gross. : × 125 (D'après L. Stone et I. S. Zaur).

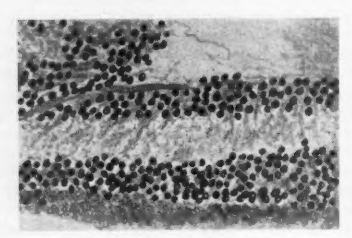


Fig. 2. — *Coupe de la rétine d'un œil adulte de* Triturus *deux jours après sa greffe.*
La rétine est œdématiée, ses couches sont désagrégées ; presque tous les noyaux, à l'exception de ceux des cônes et bâtonnets, sont pycnotiques.
Gross. : × 125 (D'après L. S. Stone et I. S. Zaur).

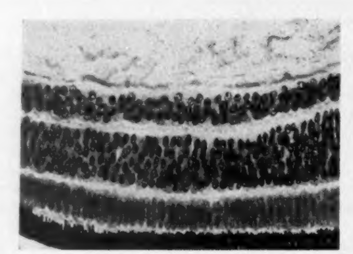


Fig. 3. — *Coupe de la rétine d'un œil adulte de* Triturus *77 jours après sa greffe.*
Son aspect normal s'accorde avec la preuve fonctionnelle du retour de la vision dans cet œil. Comparer aux figures 1 et 2.
Gross. : × 125 (D'après L. S. Stone et I. S. Zaur).

Depuis cette époque Stone, seul ou avec divers collaborateurs, a poursuivi ses recherches, en les variant et en les amplifiant, de telle façon qu'il a recueilli une riche moisson de faits nouveaux qui méritent une analyse détaillée.

Si l'on greffe en place ou si l'on transplante dans l'orbite d'un deuxième individu l'œil d'un poisson (*Fundulus*), ce greffon prend et sa circulation réapparaît après quelques jours. Pendant quelques semaines l'œil vivant semble normal, mais il est alors envahi par du pigment, il s'opacifie et est lentement résorbé. Une dégénérescence de la rétine a d'ailleurs lieu assez rapidement. Comme elle est incapable de régénérer, de même que le reste de l'œil, celui-ci devient un sac cornéo-scléral contenant du pigment, et la desquamation de ses tissus hâte sa destruction (Stone, 1941, 1945).

Chez les Mammifères également l'œil est résorbé. Les yeux de rats greffés à différents âges après la naissance n'ont jamais persisté plus de quatre mois.

Chez diverses espèces de grenouilles les yeux des larves transplantés prennent rapidement et croissent comme des yeux normaux même après la métamorphose du porte-greffe. Tous les tissus oculaires survivent, à l'exception de quelques cellules ganglionnaires de la rétine. Mais comme ces yeux sont incapables de régénérer un nerf optique, ils ne recouvrent jamais la vision (Stone, 1941).

C'est donc uniquement chez les salamandres que les yeux transplantés régénèrent complètement un nerf optique et recouvrent la vision, et ceci non seulement chez les larves, mais encore chez les adultes.

Deux *Triturus viridescens* adultes sont anesthésiés au chlorétone. Sous la loupe binoculaire le sac conjonctival des deux yeux droits est excisé, puis les muscles oculaires et le nerf optique sont coupés. Les yeux des deux tritons sont alors échangés et orientés, comme ils le sont normalement, dans leur nouvelle orbite. Il n'est pas besoin de sutures, car les yeux adhèrent aux tissus de la cavité orbitaire.

Les yeux prennent dans leur nouveau milieu en quelques jours, et leur circulation est rapidement rétablie. On observe des variations provisoires du dessin pigmentaire de l'iris, mais l'aspect normal revient en deux ou trois mois. Les coupes histologiques montrent que la rétine dégénère pendant les premières trois semaines, sauf à la périphérie ou bord ciliaire (fig. 1 et 2). C'est à partir de ce bord qu'une nouvelle rétine est régénérée et est complètement différenciée après deux mois (fig. 3). Pendant cette période un nouveau nerf optique est formé, reliant l'œil au cerveau. Le retour de la vision peut être démontré déjà deux mois et demi à trois mois après la greffe, par la méthode que nous avons décrite plus haut.

Il est véritablement étonnant que la rétine, tissu si spécialisé, puisse après une dégénérescence très poussée se reformer, dans certains cas déjà 35 jours après l'opération (Stone et Zaur, 1940). En plus de la régénération rétinienne avec retour de la vision, le réflexe cornéen réapparaît déjà six semaines après la greffe, de même que les mouvements oculaires. C'est là un cas de régénération de l'œil qui est remarquable, d'autant plus qu'il semble unique dans la série des Vertébrés.

On est arrivé (Stone et Farthing, 1942) à greffer quatre fois le même œil d'un *Triturus viridescens* adulte, chaque fois chez un nouveau porte-greffe de la même espèce, et à obtenir le retour de la fonction visuelle après chaque transplantation (fig. 4). Cela a été démontré par Stone en 1942 dans un film en couleurs que nous avons eu l'avantage de voir par la suite dans son laboratoire.

D'autre part, même l'hétérogreffe est possible. Stone et Ellison (1945) ont échangé des yeux entre adultes d'*Amblystoma punctatum* et de *Triturus viridescens*. Or il existe des différences fonctionnelles dans la vision de ces deux espèces. *Triturus* nage activement dans un milieu qui est généralement bien éclairé, ses yeux ont une acuité visuelle assez élevée. *Amblystoma* vit dans les lieux abrités, sombres et humides; ses yeux ont une acuité visuelle bien inférieure à celle de *Triturus*.

Chez ces deux espèces de salamandre la rétine dégénère dans

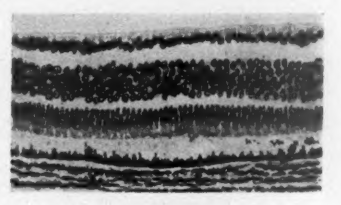


Fig. 4. — *Coupe de la rétine d'un œil adulte de* Triturus *326 jours après sa quatrième greffe.*

La preuve fonctionnelle du retour de la vision dans cet œil a été obtenue après chacune de ses quatre transplantations. Les expériences ont duré 1 052 jours en tout. Comparer à la figure 1.

Gross. : × 125 (D'après L. S. Stone et I. S. Zaur).

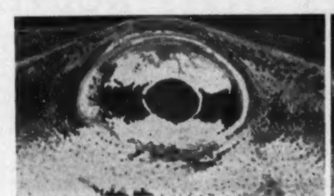
les yeux transplantés et est régénérée à partir de cellules rétiniennes périphériques non dégénérées. Mais le cristallin réagit de façon différente dans les deux espèces. Chez *Amblystoma* il survit dans le greffon; s'il est enlevé, il n'est pas remplacé. Chez *Triturus*, par contre, le cristallin régénère dans le greffon et est régénéré à partir du bord dorsal de l'iris. Il y a donc une dégénérescence plus complète dans l'œil de *Triturus* greffé chez *Amblystoma* que dans l'expérience réciproque.

Or les yeux de *Triturus* transplanté sur *Amblystoma*, quoiqu'ils recouvrent leur vascularisation, dégénèrent rapidement et sont complètement résorbés après six ou sept semaines. L'amblystome ne tolère donc pas les tissus du triton. Par contre *Triturus* tolère bien l'œil d'*Amblystoma*, et cette combinaison est compatible avec un retour de la fonction visuelle de l'œil implanté. En effet, la dégénérescence de la rétine et du nerf optique transplantés est suivie de leur régénération, d'une connexion du nerf optique avec le toit optique du cerveau de l'espèce étrangère, et de tests fonctionnels positifs. La greffe hétéroplastique est ici aussi bien tolérée qu'une greffe homoplastique.

En rapport avec ce que nous venons de dire sur la différence d'acuité visuelle des deux espèces, il est curieux de constater qu'un *Triturus* porteur d'un œil d'*Amblyostoma* a des réponses visuelles plus vives et plus rapides que celles d'une *Amblystoma* normale, mais d'un degré moins élevé que celles d'un *Triturus* normal ou bien d'un *Triturus* porteur d'un œil de sa propre espèce, même plusieurs fois greffé.

Un autre fait qui ressort des greffes d'yeux chez la salamandre est celui-ci : les quatre quadrants de la rétine sont fonctionnellement polarisés et spécialisés. Sperry (1942-1944) et Stone (1944) ont en effet montré qu'après rotation de 180° de l'œil *in situ* chez *Triturus viridescens*, et section du nerf optique, celui-ci régénère, et des réactions visuelles réapparaissent 28 à 95 jours après l'opération. Mais la vision de l'œil est renversée en rapport avec sa rotation. Les réactions visuelles sont en effet renversées, la localisation dans l'espace est erronée, et il existe encore d'autres anomalies de la coordination visuo-motrice.

Ainsi, après ablation de l'œil normal contralatéral, les salamandres à œil retourné tendent à nager et à marcher en cer-



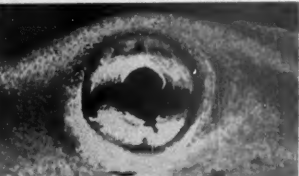


Fig. 5 et 6. — *A gauche : Œil adulte normal de* Triturus viridescens. *A droite : Œil 102 jours après sa greffe.*

L'œil de droite a été greffé après avoir été conservé à la glacière pendant deux jours ; la preuve fonctionnelle du retour de la vision dans cet œil a été obtenue (D'après L. S. Stone).



Fig. 7. — Coupe de la rétine d'un œil adulte fonctionnel de* Triturus, *366 jours après sa greffe.

Œil conservé 7 jours à 4°-6° C. avant sa transplantation. Comparer avec la figure 1. Gross. : × 130 (D'après L. S. Stone).

cles vers le côté aveuglé. Normalement une salamandre se meut dans le sens de marche d'un tambour peint en noir et blanc qui tourne dans la direction postéro-antérieure du champ de vision. Mais une salamandre à œil renversé se meut dans le sens opposé à celui du tambour en rotation. Lorsqu'un appât est amené dans le champ visuel de chacun des quatre quadrants rétiniens, cette salamandre renverse ses réactions et cherche l'appât dans la direction opposée. Il en est de même chez les salamandres dont l'œil gauche ou droit a été greffé du côté opposé en orientant normalement les quadrants dorsal et ventral, mais en renversant alors nécessairement les quadrants antérieur et postérieur. Ces réactions visuelles renversées persistent sans être modifiées par l'expérience ultérieure de la salamandre, malgré leur caractère de mauvaise adaptation au milieu.

Stone a vu qu'il suffit de replacer l'œil dans sa position normale pour que tout rentre dans l'ordre et que les réactions visuo-motrices redeviennent normales.

Ces résultats montrent, d'une part, que les propriétés fonctionnelles originelles des différentes régions de la rétine sont rétablies sans l'aide d'une adaptation fonctionnelle, et, d'autre part, que les fibres optiques de ces différentes régions rétiniennes sont normalement distinguées les unes des autres dans les centres nerveux d'après la position de leurs cellules ganglionnaires d'origine dans la rétine.

Il existe donc un moment au cours de sa formation auquel la rétine est polarisée fonctionnellement, et ce moment semble être celui où les couches rétiniennes se différencient. Après cela, lors de la régénération qui suit sa greffe, chacune de ces régions, ayant formé de nouveaux rapports avec le toit optique par l'intermédiaire des fibres du nerf optique, fonctionne d'après son orientation ou polarisation originelle.

Un œil de *Triturus* peut être conservé sept jours à la glacière à une température de 4° à 6° C puis être greffé dans l'orbite d'un deuxième *Triturus* adulte. Trois mois après cette transplantation il a recouvré sa fonction visuelle (fig. 5 et 6). Stone (1946) a observé que cette vision persiste dans l'œil greffé, d'aspect normal, un an après l'opération (fig. 7).

Nous voyons donc à quel point, extraordinaire, l'œil de salamandre est capable de survivre et de régénérer sa rétine et son nerf optique [1].

Raoul Michel May,
Professeur à la Sorbonne.

1. Pour plus de détails sur la greffe oculaire, voir :
R. M. May. *La transplantation animale.* 372 p., 170 fig. Gauthier-Villars, Paris, 1932.
R. M. May. *La greffe.* 82 fig. Gallimard, Paris. *Sous presse.*

LE CIEL EN OCTOBRE 1952

SOLEIL : du 1er au 31 sa déclinaison décroît de $-3°16'$ à $-14°11'$; la durée du jour passe de $11^{h}38^{m}$ le 1er à $9^{h}54^{m}$ le 31 ; diamètre apparent le 1er = $32'0'',8$, le 31 = $32'17'',0$. — **LUNE :** Phases : P. L. le 3 à $12^{h}15^{m}$, D. Q. le 10 à $19^{h}33^{m}$, N. L. le 18 à $22^{h}42^{m}$, P. Q. le 26 à $4^{h}4^{m}$; *périgée* le 1er à 13^{h}, diamètre app. $32'58''$; *apogée* le 13 4 10^{h}, diamètre app. $29'32''$; *périgée* le 29 à 6^{h}, diamètre app. $32'30''$. Principales conjonctions : avec **Jupiter** le 6 à 10^{h}, à $6°40'$ S. ; avec **Uranus** le 10 à $20^{h}57^{m}$, à $2°19'$ S. ; avec **Saturne** le 18 à $15^{h}20^{m}$, à $7°15'$ N., et avec **Neptune** à 20^{h}, à $6°40'$ N. ; avec **Mercure** le 20 à $10^{h}21^{m}$, à $3°51'$ N. ; avec **Vénus** le 21 à $14^{h}31^{m}$, à $4°11'$ N. ; avec **Mars** le 24 à $10^{h}44^{m}$, à $1°25'$ N. — Principales occultations : de μ *Bélier* ($5^{m},4$) le 5, émersion à $20^{h}2^{m},6$; des *Pléiades* le 6 : 17 *Taureau* (*Électre* $3^{m},8$) immersion à $21^{h}53^{m},3$, émersion à $22^{h}29^{m},2$; *q Taureau* (*Taygète* $4^{m},4$) immers. à $22^{h}4^{m},9$, émers. à $23^{h}5^{m},0$; 20 *Taureau* (*Maïa* $4^{m},0$) immers. à $22^{h}15^{m},0$, émers. à $23^{h}18^{m},4$; 16 *Taureau* (*Celæno* $5^{m},4$), émers. à $22^{h}47^{m},8$; 22 *Taureau* (*Asterope* $6^{m},5$) émersion à $23^{h}31^{m},2$; 21 *Taureau* ($5^{m},8$) émers. à $23^{h}26^{m},7$; de 112 B *Cocher* ($5^{m},7$) le 8, émers. à $21^{h}30^{m},0$; de 252 B *Verseau* ($5^{m},9$) le 29, immers. à $0^{h}20^{m},5$; de 51 *Poissons* ($5^{m},7$) le 30, immers. à $20^{h}3^{m},6$. — **PLANÈTES : Mercure** inobservable ; **Vénus,** astre du soir, se couche $1^{h}4^{m}$ après le Soleil le 15, en conjonction avec α_2 *Balance* ($2^{m},9$) le 9 à 15^{h}, l'étoile à $0°38'$ N. ; **Mars,** dans *Ophiuchus*, puis dans le *Sagittaire*, se couche de plus en plus tôt, à $20^{h}29^{m}$ le 3, diam. app. $7'',2$; **Jupiter,** dans le *Bélier*, observable presque toute la nuit, se lève le 15 à 18^{h}, diamètre pol. app. $45'',1$; **Saturne** inobservable, en conjonction avec le Soleil le 11 ; **Uranus,** dans les *Gémeaux*, se lève le 27 à $20^{h}48^{m}$, position $7^{h}21^{m}$ et $+22°34^{m}$, diam. app. $3'',7$; **Neptune,** inobservable, en conjonction avec le Soleil le 14. — **ÉTOILES FILANTES :** *Draconides* le 9, radiant dans le *Dragon ; Orionides* du 16 au 22, radiant vers ν *Orion ; Ariétides* le 12, radiant dans le *Bélier*. — **ÉTOILES VARIABLES :** Minima observables d'*Algol* ($2^{m},3$-$3^{m},5$) : le 7 à $3^{h},2$, le 10 à $0^{h},0$, le 12 à $20^{h},8$, le 14 à $17^{h},6$, le 27 à $4^{h},9$, le 30 à $1^{h},7$; minima de β *Lyre* ($3^{m},4$-$4^{m},3$) : le 12 à $19^{h},2$, le 25 à $17^{h},5$; maxima : de S *Hercule* ($5^{m},9$-$13^{m},1$) et de R *Verseau* ($5^{m},8$-$10^{m},8$) le 12 ; de R *Cygne* ($5^{m},6$-$14^{m},4$) le 22. — **ÉTOILE POLAIRE :** Passage sup. au méridien de Paris : le 7 à $0^{h}39^{m}47^{s}$, le 17 à $23^{h}56^{m}37^{s}$, le 27 à $23^{h}17^{m}20^{s}$.

Phénomènes remarquables. — L'occultation des Pléiades le 6 : pour **Paris** de $21^{h}53^{m},3$ à $23^{h}31^{m},2$; pour **Strasbourg** de $22^{h}1^{m},7$ à $23^{h}36^{m},6$; pour **Lyon** de $21^{h}57^{m},3$ à $23^{h}29^{m},0$; pour **Toulouse** de $21^{h}52^{m},0$ à $23^{h}22^{m},6$. — Les **étoiles filantes Orionides,** maximum le 19. — La **lumière zodiacale** le matin, à l'Est, à partir du 16, en l'absence de la Lune. — **La lumière cendrée de la Lune** le matin du 14 au 17, et le soir du 21 au 23.

(Heures données en **Temps universel** ; tenir compte des modifications introduites par l'heure en usage).

G. Fournier.

LES LIVRES NOUVEAUX

Les isotopes radioactifs, par Fernand Lot. 1 vol. in-16, 189 p. 16 pl. Bibliothèque des merveilles. Hachette, Paris, 1952. Prix : 500 fr.

On sait maintenant reconnaître, notamment par le compteur de Geiger les isotopes radioactifs qui se trouvent dans les pierres, les bois ou qu'on produit dans les piles atomiques et qu'on injecte à des êtres vivants. Ils se décomposent plus ou moins vite en émettant des rayonnements qui révèlent leur présence, leur nature, leur activité. Cela permet de dater l'âge des roches et des objets archéologiques, de suivre le fonctionnement normal ou pathologique des organes des tissus, des cellules. Notre collaborateur expose toutes ces nouveautés simplement, clairement, allègrement et ouvre ainsi tous les yeux vers de nouvelles perspectives encore à peine entrevues.

L'électricité, par Robert Juge. 1 vol. in-8°, 64 p., 132 fig. L'encyclopédie par l'image. Hachette, Paris, 1952. Prix : 200 fr.

De jolies gravures bien choisies, un texte

Le gérant : F. Dunod. — DUNOD, ÉDITEUR, PARIS. — DÉPÔT LÉGAL : 3e TRIMESTRE 1952, N° 2352. — Imprimé en France.
BARNÉOUD FRÈRES ET Cie, IMPRIMEURS, (310566), LAVAL, N° 2598. — 9-1952.

simple et clair font défiler les merveilles de l'électricité : courant, magnéto, dynamo, moteurs, chauffage et réfrigération, lumière, télégraphe, téléphone, radio, électricité médicale, les diverses applications mises à la portée de tous.

Chimie générale, par Paul Pascal. Tome IV. 1 vol. in-8°, 386 p., 119 fig. Masson, Paris, 1952. Prix : 2 200 fr.

Puisque la physique a bouleversé les conceptions de la matière, il faut bien que les chimistes revisent l'une après l'autre leurs idées et leurs théories. Le professeur de la Sorbonne s'est longuement penché sur ces synthèses nouvelles dans son enseignement et a fini par les réunir en quatre volumes dont voici le dernier. Déjà il avait traité de l'atomistique et des problèmes de structure, de la cinétique, de la thermodynamique et des équilibres, puis de l'individu chimique. Cette fois, il aborde deux autres notions fondamentales : la notion d'acide et de base, la conception des systèmes dispersés. La première a évolué rapidement de l'explication par l'oxygène de Lavoisier à celle par l'hydrogène de Liebig, puis par les ions, les protons, les électrons et elle cherche une généralisation s'étendant aux grosses molécules et aux solvants autres que l'eau. Les systèmes dispersés vont des ions aux molécules, aux macromolécules, aux microcristaux, aux microgouttes, aux poussières, épars dans des milieux solides, liquides ou gazeux où ils constituent des inclusions, des gelées, des émulsions, des brouillards, des fumées, des aérosols sans parler des états mésomorphes ; quels sont les phénomènes communs à tous d'où pourrait sortir une vue d'ensemble ? Il y a beaucoup à apprendre de tous ces rapprochements entre phénomènes que chaque discipline conçoit, explique et mesure par ses seuls moyens. On aborde rarement de telles synthèses.

Cours de chimie industrielle, par G. Dupont et R. Lombard. 1 vol. in-4°, 596 p., 217 fig. Gauthier-Villars, Paris, 1952. Prix : 3 500 fr.

Ce deuxième volume de la seconde édition de cet ouvrage traite des industries chimiques minérales, à l'exclusion de la métallurgie qui sera l'objet d'un autre volume. Mis à jour avec le concours de spécialistes, il présente des réalisations toutes récentes. Les étudiants et les ingénieurs y trouveront donc exposées dans leurs lignes générales les méthodes de la chimie industrielle moderne. Une bibliographie les conduit aux sources de documentation spécialisées.

Chimie populaire à l'usage des curieux, par J. Duclaux. 1 vol. in-16, 238 p. Gauthier-Villars, Paris, 1952. Prix : 800 fr.

La chimie a pénétré, modifié notre vie quotidienne. Elle a des lois classiques depuis longtemps connues, et aussi des méthodes, des techniques plus récentes qui ont provoqué l'immense développement de la chimie du carbone, la création de nouveaux corps et même d'industries prospères. Il est bon que chacun le sache et comprenne les idées actuelles. L'auteur a réussi ce tour de force de le dire simplement, familièrement, avec bonne humeur, sans rien dissimuler des points ardus ou obscurs encore.

Traité de manipulation et d'analyse des gaz, par Henri Guérin. 1 vol. in-8°, 635 p., 310 fig. Masson, Paris, 1952. Prix : 4 500 fr.

Les livres de techniques chimiques accordent peu de place aux dosages à l'état gazeux, à croire que ce sont pratiques imprécises et désuètes. Par contre, la métallurgie, la carbonisation et la gazéification des combustibles liquides, la distillation des pétroles, bien d'autres industries règlent leurs opérations sur les données d'analyseurs de gaz, continus, automatiques, enregistreurs, qui mettent en œuvre les méthodes de mesures, chimiques et physiques, les plus récentes (conductibilité thermique, susceptibilité magnétique, spectroscopie de masse, par exemple). La médecine, la biologie suivent et recherchent les microanalyses, les détections de traces. Il était temps de grouper toutes les techniques, de les classer, de les décrire, depuis les manipulations sur la cuve à eau ou à mercure jusqu'aux grands appareils industriels de contrôle et de commande, d'indiquer leurs possibilités, leurs limites, dans tous les domaines. Les rares ouvrages français sur la question dataient d'au moins un demi-siècle ; voici une mise au point, à jour, écrite de main de maître et d'ouvrier, le traité qui manquait dans les laboratoires.

Dictionnaire chimique Anglais-Français. Tome II de la *Contribution au développement de la recherche chimique*, par R. Cornubert. 1 vol. x-138 p. Dunod, Paris 1952.

Le premier tome de cet ouvrage (*La littérature chimique mondiale*) a établi que tout chimiste doit connaître au moins les langues française, allemande et anglaise. L'anglais vient en premier lieu puisque, outre les revues anglaises et américaines proprement dites, de nombreux périodiques écrits en anglais rendent compte des travaux effectués dans les Dominions britanniques, aux Indes, en Scandinavie, au Japon, etc. Ce dictionnaire ne contient pas uniquement des termes chimiques : toutes les notions des sciences connexes et toutes les expressions générales que le chimiste peut rencontrer sont présentes. L'auteur, qui est un homme de laboratoire, n'a pas oublié l'importance qu'il y a à bien saisir toutes les nuances concernant la question de couleur, odeur, saveur et... de bibliographie. Il a collectionné un grand nombre de locutions et toutes les abréviations. Enfin, il s'est attaché à faire de ce livre un outil qui permette la lecture des textes anglais par des débutants.

Méthodes et réactions de l'analyse organique, par M. Pesez et P. Poirier. Tome I. *Méthodes de l'analyse générale.* 1 vol. in-8°, 278 p., 53 fig. Masson, Paris, 1952. Prix : 1 800 fr.

Le présent ouvrage constitue une somme des méthodes de l'analyse organique élémentaire et fonctionnelle. Il comportera trois tomes. Le premier traite de l'analyse générale : de la détermination des caractéristiques physiques, des constantes, de la détection et du dosage des éléments et des groupes fonctionnels. Il précise tous les détails opératoires. Des tables de constantes, des références bibliographiques complètent le texte. Cet ouvrage manquait aux étudiants et à tous les chimistes de laboratoire pour lesquels il sera un guide des plus précieux.

Réactifs organiques en analyse minérale, par le Laboratoire Hopkin et Williams. 1 vol. in-8°, 216 p. Dunod, Paris, 1952. Prix : 450 fr.

C'est en 1885 que le nitroso-β-naphtol fut pour la première fois utilisé en analyse pour la recherche et le dosage du fer, du cobalt et du cuivre. Depuis, un nombre croissant de réactifs organiques est entré en usage. La généralisation des méthodes colorimétriques d'identification et de contrôle donne un intérêt particulier à la documentation réunie par l'équipe des laboratoires de recherches Hopkin et Williams Ltd de Londres. Elle comporte l'étude de 43 réactifs organiques et contient 1 300 références bibliographiques sur leur utilisation.

A guide to filter paper and cellulose powder chromatography, par J. N. Balston et B. E. Talbot. 1 vol. in-8°, 145 p., 10 fig. Reeve Angel, Londres, 1952. Prix : 8 shillings.

Après Tswett, l'analyse chromatographique par séparation des composants dans une colonne pulvérulente devint une méthode courante des laboratoires de chimie biologique. Depuis 1943, on y a ajouté la chromatographie sur papier et sur cellulose. Si l'on plonge un papier filtre dans une solution complexe, certains corps grimpent dans le papier par capillarité et s'arrêtent, se concentrent à une distance donnée où on peut les reconnaître et même les doser séparément. On peut dans certains cas faciliter et multiplier les séparations et reconnaître les corps isolés en mouillant le papier de solvants, puis de réactifs appropriés. On analyse ainsi rapidement des traces de divers acides aminés, de divers sucres, de pigments, et même d'ions inorganiques. Voici le premier guide mettant au point les nouvelles techniques.

Résines alkydes-polyesters, par J. Bourry. 1 vol. in-8°, 372 p., 14 fig. Dunod, Paris, 1952. Prix relié : 2 550 fr.

Les résines de ces classes étaient limitées à l'origine aux produits de condensation de l'anhydride phtalique et de la glycérine, exclusivement utilisés pour peintures et vernis. Elles ont pris un développement considérable après leurs multiples modifications par d'autres produits et l'apparition récente des polyesters. Leur consommation annuelle atteint maintenant plusieurs dizaines de millions de tonnes. L'auteur a réuni en quelques classes l'extrême variété de ces produits et montré sur quelles bases chimiques et physiques repose leur formation : alkydes simples et modifiées, résines allyliques, maléiques, polyuréthanes, etc. Il étudie également leurs utilisations pratiques, leurs matières premières, les méthodes d'analyse et de contrôle.

Les planètes, par Georges Bruhat et Evry Schatzman. 1 vol. 304 p., 43 fig., 8 planches hors texte, 25 photos. Presses Universitaires de France, Paris, 1952.

Ce remarquable ouvrage, écrit par Evry Schatzman d'après les notes de Georges Bruhat, contient la somme de nos connaissances sur les planètes. Trop souvent, on ne décrit que leur aspect extérieur, et le luxe des détails est peu en rapport avec les incertitudes de l'observation ; ici, au contraire, leur aspect, leur structure interne, l'équilibre de cette structure sont examinés à la lumière des travaux les plus récents et des déductions les plus ingénieuses. Les théories de leur origine sont passées au crible d'une critique éclairée. Ce livre, différent de ses prédécesseurs, ouvre des horizons imprévus au profane et ajoute aux connaissances du spécialiste.

Les atmosphères stellaires, par D. Barbier. 1 vol. in-8° 239 p., 38 fig. Bibl. de philosophie scientifique. Flammarion, Paris, 1952. Prix : 625 fr.

Présentation des connaissances acquises sur les étoiles, en particulier par le développement remarquable des méthodes spectroscopiques. L'auteur a participé aux recherches et en groupe les résultats pour un grand public cultivé.

The atmospheres of the Earth and planets, édité par Gérard P. Kuiper, 2e édition. 1 vol. in-8°, 434 p., 93 fig., 16 pl. University of Chicago Press, 1952. Prix . 8,50 dollars.

En 1947, à l'occasion du cinquantenaire de l'observatoire Yerkes, l'Université de Chicago réunit un symposium pour examiner les atmosphères planétaires. Les progrès ont été si rapides que les rapports ont été revus avant cette 2e édition. On a ainsi une mise au point toute récente des données physiques sur l'atmosphère terrestre jusqu'aux altitudes atteintes par les ballons-sondes et les fusées et au delà par l'étude du ciel nocturne, des émissions aurorales, des transmissions électromagnétiques, ainsi que des examens spectroscopiques, des atmosphères des autres planètes. Cette série de 13 études écrites par des spécialistes aborde toutes les questions de composition, d'origine, de variation dans le temps et l'espace de problèmes fondamentaux et aux multiples conséquences.

Cosmology, par H. Bondi. 1 vol. in-8°, 179 p. Cambridge Monographs on Physics. Cambridge University Press, 1952. Prix : relié, 22 sh. 6 d.

Dans cette remarquable série de monographies, voici la cosmologie étudiée d'un point de vue physique. On sait comme la théorie newtonienne classique a été bousculée par les théories nouvelles de la relativité et de l'expansion de l'univers. Il reste à les appuyer par un perfectionnement des mesures possibles : âges des roches, des météores, des étoiles, des nébuleuses ; composition et évolution de la matière ; grandeurs et vitesses des objets célestes. L'auteur discute chaque donnée expérimentale et espère de prochains progrès basant la cosmologie sur la physique plus que sur les mathématiques, la logique et la philosophie.

PETITES ANNONCES

(150 F la ligne. Supplément de 100 F pour domiciliation aux bureaux de la revue).

Le gérant : F. DUNOD. — DUNOD, ÉDITEUR, PARIS. — DÉPÔT LÉGAL : 3e TRIMESTRE 1952, No 2352. — IMPRIMÉ EN FRANCE.
BARNÉOUD FRÈRES ET Cie, IMPRIMEURS, (310566), LAVAL, No 2598. — 9-1952.